MBL/WHOI
0 0301 0018746 4

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received May, 1928
Accession No. 29159
Given by Dr. Louis Murbach
Place, Castleton, Vermont

*** No book or pamphlet is to be removed from the Laboratory without the permission of the Trustees.

591
V86

J. Murbach

Ann Arbor.

Sept. 89.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

LEHRBUCH

DER

PRAKTISCHEN VERGLEICHENDEN

ANATOMIE.

ERSTER BAND.

LOUIS MUNDA
CASTI
VERONA

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

LEHRBUCH

DER

PRAKTISCHEN VERGLEICHENDEN

ANATOMIE

VON

CARL VOGT UND EMIL YUNG,

Director Assistent

des Laboratoriums für vergleichende Anatomie und Mikroskopie
der Universität Genf.

ERSTER BAND.

LOUIS MURBACH,
CORNELL
VERMONT

MIT 425 EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1888.

0851(2)

Alle Rechte vorbehalten.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
Mass.

INHALTSVERZEICHNISS.

Seite

Einleitung 1

Allgemeines über die Technik 14

Härtungs- und Conservirungsmethoden 15
Alkohol 15
Paul Mayer's Flüssigkeit 16
Glycerin 16
Gust. Jäger's Lösung 16
C. Langer's Lösung 16
Hantsch's Lösung 16
Chromsäure und doppelt-chromsaure Salze 16
Müller'sche Flüssigkeit 17
Pikrinsäure 17
Kleinenberg's Pikrin-Schwefelsäure 17
Osmiumsäure 18
Aetzsublimat 18
Owen'sche Flüssigkeit 18
Goadby's Flüssigkeit 19
A. Lang's Flüssigkeit 19

Maceration und Dissociation 19
Krystallisirbare Essigsäure 19
Drittel-Alkohol 19
Jodserum 19
Pikro-carminsaures Ammoniak 20

Färbung 20
Carmin, neutral 20
Beale's Carmin 21
Schneider's Essigcarmin 21
Oxalsaurer Carmin von Thiersch 21
Grenacher's Alaun-Carmin 21
Grenacher's Borax-Carmin 22
Ranvier's Pikro-Carmin 22
Cochenilletinctur 22
Hämatoxylin 23
Quinoleinblau 24
Anilinfarben 25
Jodtinctur 25

29159

Seite

Salpetersaures Silberoxyd 25
Goldchlorid 26
Injectionen 26
Kalte Massen 26
Warme Massen 26
Lösliches Berlinerblau 26
Mikroskopische Präparate 27
Canadabalsam 27
Dammarharz 28
Glycerin 28
Farrant's Lösung 28
Glyceringelatine 29
Durchschnitte 29
Einschluss in Paraffin 30
Einschluss in Pölzam's Seifenmasse 31
Einschluss in Albumin 32
Schliessung der Präparate 32
Asphalt 32
Siegellack 32
Paraffin 32
Glaszellen 33

Das Protoplasma 34

Die Protozoen im Allgemeinen 37
Cytoden, Nucloden, Zellen 38

Classe der Rhizopoden 50
Unterkreis der Sarcodinen 50
Ordnung der Amiben 52
Amoeba terricola 51
Ordnung der Foraminiferen 54
Polystomella strigilata 54
Dauerpräparate von Foraminiferen 58
Ordnung der Heliozoen 59
Actinosphaerium Eichhorni 59
Classe der Radiolarien 66
Acanthometra elastica 66
Dauerpräparate 73

Classe der Infusorien 73
Paramecium Aurelia 74
Dauerpräparate 83

Die Mesozoen 89
Dicyema typus 89

Die Metazoen im Allgemeinen 97

Kreis der Coelenteraten 98

Unterkreis der Schwämme 99
Leucandra aspera 99

Unterkreis der Cnidarier 110

Seite

Classe der Anthozoen 114
Aleyonium digitatum 114
Classe der Hydromedusen 132
Medusoide Form 133
Aurelia aurita 133
Polypoide Form 151
Hydra grisea 151
Classe der Rippenquallen 170
Bolina norvegica 170
Kreis der Würmer 197
Classe der Platoden 199
Ordnung der Cestoden 201
Taenia solium 201
Ordnung der Trematoden 224
Distomum hepaticum 224
Ordnung der Turbellarien 247
Mesostomum Ehrenbergii 247
Ordnung der Nemertinen 286
Tetrastemma flavidum 286
Ordnung der Egel 313
Hirudo medicinalis 313
Classe der Rundwürmer 344
Ordnung der Nematoden 345
Ascaris lumbricoïdes 345
Classe der Sternwürmer 375
Sipunculus nudus 376
Classe der Räderthiere 424
Brachionus pala 425
Classe der Anneliden 444
Ordnung der Oligochaeten 445
Lumbricus agricola 445
Ordnung der Polychaeten 487
Arenicola piscatorum 487
Kreis der Echinodermen 521
Classe der Crinoiden 525
Antedon rosaceus 526
Classe der Asteriden 581
Astropecten aurantiacus 582
Classe der Seeigel 619
Strongylocentrotus lividus 620
Classe der Holothuriden 646
Cucumaria Planci 648
Classe der Bryozoen 679
Plumatella repens 680

Seite

Classe der **Brachiopoden** 699
Terebratula vitrea 700

Kreis der Mollusken 734

Classe der **Blattkiemer** 735
Anodonta anatina 736

Classe der **Scaphopoden** 775

Classe der **Gasteropoden** 776
Helix pomatia 777

Classe der **Pteropoden** 828
Hyalaea tridentata 828

Classe der **Cephalopoden** 853
Sepia officinalis 854

EINLEITUNG.

Die vergleichende Anatomie steht im ersten Range unter den morphologischen Wissenschaften, deren Zweck die Untersuchung des Baues, des Ursprunges und der Entwicklung der organischen Wesen ist. Als Georges Cuvier, der Gründer dieser Wissenschaft, seinem grundlegenden Werke den Titel gab: „Das Thierreich, nach seiner Organisation geordnet", wollte er damit andeuten, dass man die vergleichende Anatomie als die wesentlichste Grundlage jeder natürlichen zoologischen Classification ansehen müsse; dass die äusseren Charaktere demnach nicht allein den Forscher in der Beurtheilung der Aehnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Thieren leiten dürften, sondern dass eine genauere Untersuchung der ganzen Organisation nöthig sei, um sichere Schlüsse daraus abzuleiten und leicht zu begehende Irrthümer zu vermeiden.

Die vergleichende Anatomie beschränkt sich nicht allein, wie ihr Name anzudeuten scheint, auf die Vergleichung der durch die Zergliederung der Thiere und die Untersuchung ihrer verschiedenen Organe gewonnenen Resultate. Die Gesammtheit der so erworbenen Kenntnisse, welche man auch mit dem Namen der „Zootomie" belegt hat, ist zwar die Grundlage der von uns behandelten Wissenschaft, bleibt aber dennoch nur ein Mittel zur Begründung der Gesetze, nach welchen die einzelnen Modificationen sich unter dem Einflusse verschiedener sie bestimmender Ursachen entwickelt haben. Wir suchen durch die Zootomie den ursprünglichen Typus herzustellen, von welchem aus die verschiedenen Bildungsformen, die uns vor Augen treten, sich hervorgebildet haben.

So lange es gilt, die Thatsachen zu sammeln, bleibt die vergleichende Anatomie eine analytische Wissenschaft; sie wird aber synthetisch, sobald sie diese Thatsachen zusammenfasst und daraus die Ursachen, welche

sie bedingen und die Mittel und Wege zu ergründen sucht, durch welche die morphologischen Bildungen hervorgebracht wurden. Sie will z. B. nicht nur wissen, in welcher Weise die Vorderglieder, welche die meisten Wirbelthiere besitzen, in jedem einzelnen Falle gebildet sind; sie will auch wissen, welches der Urtypus, die ursprüngliche Bildung dieser Glieder gewesen sei, welche Wandlungen sie in ihren einzelnen Theilen eingegangen seien, um bald als Flossen, bald als Füsse, Hände oder Flügel zu erscheinen und zu functioniren. Um diesen Nachweis liefern zu können, muss die vergleichende Anatomie sämmtliche Modificationen Schritt für Schritt in der Wirbelthierreihe verfolgen und so die Gesetze darlegen, nach welchen die Vorderglieder sich von ihrem ersten Auftreten an bis zu ihrer endlichen Ausbildung entwickelt haben.

Aber dieses genügt noch nicht. Die vergleichende Anatomie will auch die Beziehungen kennen lernen, welche zwischen diesen Bewegungsorganen und den übrigen Theilen des Körpers obwalten; sie will wissen, in wie weit sie den Hintergliedern ähnlich oder von denselben verschieden sind, und ob die etwaigen Verschiedenheiten auf einen allen Wirbelthieren gemeinsamen Grundtypus zurückgeführt werden können oder nicht. Sie will diesen Grundtypus herstellen, die in den einzelnen Bildungen noch erhaltenen Theile oder Bruchstücke desselben nachweisen und die Einflüsse darlegen, durch deren Einwirkung die Umbildungen hervorgebracht wurden. Das letzte Ziel der Wissenschaft würde endlich die Erforschung der Gründe bilden, welche die Zahl der bei den Wirbelthieren vorkommenden Bewegungsorgane auf vier beschränken, während doch bei den Gliederthieren eine weit grössere Anzahl dieser Anhänge entwickelt werden kann.

Die vergleichende Anatomie erhebt sich, in dieser Weise aufgefasst, bis zu den höchsten Anschauungen des thierischen Organismus im Allgemeinen. Indem sie die Entwicklung eines jeden Organes verfolgt, nicht nur wie es in der Ausbildung der zahllosen, unsere Erde bevölkernden Organismen sich darstellt, sondern auch wie es in den einzelnen Individuen und innerhalb der Geschichte des Stammes, zu welchem das Thier gehört, sich entwickelt hat, fasst sie in einem Bündel die vereinzelten Lichtstrahlen zusammen, welche aus den Thatsachen hervorgehen und beleuchtet die gesammte Organisation in ihrer fortschreitenden Entwicklung durch die verschiedenen Perioden der Erdgeschichte hindurch bis zu unserer heutigen Schöpfung.

Die vergleichende Anatomie hat demnach zahlreiche Berührungspunkte mit den übrigen morphologischen Wissenschaften. Sie kann von der wissenschaftlichen Zoologie, deren Grundlage und Endziel sie zugleich ist, nicht getrennt werden. Die äusseren Formen sind im Thierreich nur das Spiegelbild der inneren Organisation und die natürliche Classification, welche nur der letzte Ausdruck der Gesammt-

heit unserer zoologischen Kenntnisse sein kann, beruht grossentheils nur auf den von der vergleichenden Anatomie gelieferten Thatsachen.

Die Schule Cuvier's begnügte sich in den meisten Fällen mit diesen Beziehungen; der gewaltige Anstoss, den Cuvier den zoologischen Studien gegeben hatte, erheischte eine Menge von Einzeluntersuchungen, welche die Forscher fast gänzlich in Anspruch nahmen. Die vergleichende Anatomie, die bis dahin nur als Anhängsel zu der im Hinblick auf die praktischen Bedürfnisse der Medicin und Chirurgie betriebenen descriptiven Anatomie des Menschen behandelt worden war, musste als ein Ganzes der Gesammtheit der biologischen Wissenschaften einverleibt werden. Die in dieser Richtung gemachten Anstrengungen, die in Deutschland von Oken, Carus und Goethe, in Frankreich von Et. Geoffroy St. Hilaire und Lamarck unternommen wurden, verleiteten häufig sonst treffliche Männer zu übertriebenen und einseitigen Speculationen, die jetzt unter dem Namen der Naturphilosophie bekannt und gewürdigt sind.

Cuvier hatte selbst durch seine „Untersuchungen über die fossilen Knochen" die enge Verbindung zwischen der vergleichenden Anatomie und der Paläontologie nachgewiesen. Der grosse Naturforscher ging von dem Grundgedanken aus, dass die Gesetze, nach welchen die fossilen Thiere gebaut sind, dieselben sein müssten wie die, welche er bei dem Studium der lebenden Thiere erkannt hatte, und hierauf gestützt, hatte er bei der Untersuchung, namentlich der tertiären Säugethiere, die vergleichende Methode angewendet. Wenn er so einerseits die Identität der Organisationsgesetze nachwies, so hob er andererseits die mehr oder minder auffallenden Unterschiede hervor, welche die fossilen Thiere charakterisiren und uns bestimmen, sie als verschiedene Arten, Gattungen, Familien und Ordnungen anzusehen. Aber hier machten die Untersuchungen Cuvier's Halt und konnten auch aus dem Grunde nicht weiter gehen, weil er jede Art als das Resultat eines besonderen Actes der Schöpfungskraft ansah, das weder zu seinen Vorgängern, noch zu seinen Nachkommen in irgend welcher directen Verbindung stehen konnte.

Erst in neuerer Zeit wurde die Verwandtschaft der Arten unter einander in einem anderen Sinne aufgefasst. Die Descendenztheorie lehrte uns die anatomischen Beziehungen zwischen den Arten, Gattungen und grösseren Gruppen des Thierreiches als den Ausdruck einer directen Verwandtschaft anerkennen, durch welche die Charaktere von den Voreltern auf die Generationsfolgen der Nachkommen vererbt und zugleich während dieser Vererbung durch die geologischen Perioden der Erdgeschichte hindurch mehr oder minder durch Einflüsse verändert wurden, unter welchen der Kampf um das Dasein und die Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen den ersten Rang einnehmen.

Seitdem diese Anschauungen durch Darwin's mächtige Einwirkung Platz gegriffen haben, hat die vergleichende Anatomie einen anderen Standpunkt gewonnen. Die ausgestorbenen Typen werden nicht mehr als Lückenbüsser angesehen, welche die Lücken in dem jetzigen Schöpfungsplan ausfüllen sollten, sondern als Stammwesen, deren Nachkommen sich in verschiedener Weise modificirt haben, während sie zugleich eine Summe gemeinschaftlicher Charaktere beibehielten, die bei den Stammtypen meist in einfacherer Form existirten und mehr und mehr verändert wurden, je näher man den heutigen Typen kommt.

Eine wesentliche Aufgabe der vergleichenden Anatomie besteht also in dem Nachweise dieses directen Zusammenhanges durch aus genauer und unmittelbarer Vergleichung geschöpfte Beweise. Die Wissenschaft genügt auf diese Weise nicht nur einem legitimen Bedürfnisse, sondern findet auch in diesem Studium die werthvollsten Nachweise für die Erkenntniss des typischen Baues der Organe und der von ihnen zusammengesetzten Organismen. Eine auf unwiderlegliche Thatsachen gestützte, logisch deducirte Stammesgeschichte oder Phylogenie ist also eines der höchsten Ziele der vergleichenden Anatomie.

Man wird freilich niemals auf experimentellem Wege die Filiation der Arten verfolgen und mit absoluter Gewissheit nachweisen können, dass eine jetzt lebende Art durch directe Generationsfolge von einer fossilen Art abstammt. Wenn man aber alle Uebergangsformen, welche von einem Anfangspunkte aus bis zu einem gewissen Endresultate führen und die nur durch an und für sich höchst unbedeutende Modificationen sich unterscheiden, in der Weise neben einander stellen kann, dass es kaum möglich wäre, eine Zwischenform zu erdenken, so muss man nothwendig zu dem Schlusse kommen, dass diese fast unmerklichen Verschiedenheiten durch irgend eine bestimmende Ursache mit einander verknüpft sind, als welche wir nur die Vererbung bezeichnen können.

Wenn wir z. B. in der Reihe der Tertiärgebilde Formen einander folgen sehen, welche sich nach und nach den heutigen Pferden nähern, wenn wir in diesen Formen die Backzähne allmählich durch eine stets mehr zunehmende Verwicklung der Schmelzbänder den heutigen Pferdezähnen ähnlich werden sehen, während die Füsse, die früher fünf Zehen hatten, nach und nach durch die allmähliche Reduction der Nebenfinger und die Entwicklung des Mittelfingers einzehig werden, so können wir den Gedanken nicht zurückweisen, dass diese Umänderungen an demselben Urtypus sich abgewickelt haben und dass die Veränderungen, welche wir vor Augen haben, während der Zeiten Platz gegriffen haben, in welchen die Schichten sich absetzten, worin die Reste dieser Thiere gefunden werden.

Die Nachweise, welche die Paläontologie uns liefert, müssen nothwendig fragmentarisch bleiben. Selbst in unserm alten Europa,

dessen Boden so ansdauernd umgewühlt wurde, sind noch keineswegs alle Fundstätten aufgedeckt und ausgebeutet. Anderseits können die Ausgrabungen nur die festen Theile der Thiere liefern, welche in der umhüllenden Steinmasse sich erhalten konnten. Die für die vergleichende Anatomie so ungemein wichtigen weichen Theile sind auf ewig zerstört und ganze Ordnungen sind auf diese Weise spurlos vernichtet worden. Diese Unzulänglichkeit der paläontologischen Nachweise wird demnach diesen Zweig der Wissenschaft stets verhindern, unter den Hülfszweigen der vergleichenden Anatomie den ersten Platz zu beanspruchen.

Dieser Platz gehört ohne Zweifel der Embryogenie oder wie man sie in neuerer Zeit zu nennen gewohnt ist, der Ontogenie, welche Schritt für Schritt die Entwicklungsphasen jeder Art von dem ersten Auftreten des Keimes an bis zur endlichen Entfaltung des erwachsenen Thieres verfolgt.

Die Organisation des erwachsenen Thieres, wie die Zootomie sie uns kennen lehrt, ist nur die letzte Phase einer langen Reihe von Entwicklungsstufen, die nicht davon getrennt werden können. Man hat behauptet, die vergleichende Anatomie erkläre die Erscheinungen der Ontogenie, man kann mit noch grösserem Rechte behaupten, dass die Ontogenie den Schlüssel zum Begreifen der von der Zootomie gefundenen Thatsachen liefere. Man kann den Endpunkt einer Reihe nicht begreifen, wenn man nicht die Reihe der Factoren kennt, welche sie zusammensetzen und man kann nicht die Elemente einer Reihe begreifen, wenn man nicht den Zielpunkt kennt, zu welchem sie führen.

Man nennt im Allgemeinen homologe Organe solche, welche gemeinsamen Ursprung haben und sich aus ursprünglich ähnlichen Anlagen entwickelt haben. Die vergleichende Anatomie sucht vor allen Dingen die Homologieen klar zu stellen, die für die morphologische Auffassung von grösster Wichtigkeit sind. Wie könnte sie dies thun, wenn der Ausgangspunkt dieser Organe und ihre successive Entwicklung ihr nicht bekannt wären?

Vergleichende Anatomie und Ontogenie bilden demnach nur zwei Zweige einer und derselben Wissenschaft, die sich in so vollständiger Weise in einander verstricken, dass man Unrecht hätte, einer derselben für die Bestimmung des morphologischen Werthes einer Organisation eine vorragende Bedeutung zuzuerkennen.

Anderseits darf man nicht verkennen, dass Ontogenie und Phylogenie sich wechselseitig ergänzen. Die Entwicklungsphasen, welche der Embryo eines höheren Thieres von dem Ei an bis zur vollständigen Ausbildung durchläuft, sind den Erscheinungsweisen analog, in welchen die Reihe der Voreltern eines und desselben Typus sich in den verschiedenen Perioden der Endgeschichte darstellt. Dieses in einer grossen Anzahl von Fällen klar in die Augen springende Gesetz hat

indessen nicht die allgemeine Bedeutung, welche man ihm hat zugestehen wollen. Die Geschichte einer Ahnenreihe, eines Phylon, eines Stammes, umfasst eine ausserordentlich lange Zeit, während die individuelle Entwicklung eines Embryo auf einige Stunden oder Tage zusammengedrängt ist. Die Ontogenie zeigt demnach nur ein abgekürztes und concentrirtes Spiegelbild der Phylogenie und häufig sind die einzelnen repräsentativen Phasen so schnell vorübergehend, dass man sie nur schwer erfassen kann. In manchen Fällen sind sie sogar gänzlich verwischt und unterdrückt.

Die Beziehungen zur Aussenwelt, in welchen sich die paläontologischen Typen einerseits, die in ihrer individuellen Entwicklung begriffenen Embryonen anderseits befinden, sind übrigens so verschieden, dass an eine vollständige Uebereinstimmung beider Entwicklungsreihen gar nicht gedacht werden kann. Man kann im Allgemeinen behaupten, dass die Organe zwar an und für sich, vereinzelt aufgefasst, diese Uebereinstimmung zeigen, dass sie aber bei der Zusammensetzung des Organismus aus den einzelnen Theilen niemals realisirt wird. Man erklärt sich diesen Unterschied leicht, wenn man bedenkt, dass das erwachsene Thier durch seine eigene Industrie den Kampf um das Dasein bestehen muss, während der Embryo meist nur auf Kosten der Nährstoffe sich ausbildet, welche der mütterliche Organismus ihm mitgegeben hat oder während seiner Entwicklung zukommen lässt. Nehmen wir ein Beispiel. Der Embryo eines höheren Wirbelthieres besitzt während einer gewissen Entwicklungsphase eine Wirbelsaite, eine Chorda, welche dieselben Charaktere darbietet, wie die Wirbelsaite eines erwachsenen Neunauges oder Störs. Die Kiemenbögen, das Herz, das Centralnervensystem zeigen ebenfalls correspondirende, vorübergehende Entwicklungsstadien. Aber der erwachsene Fisch besitzt endgültig wirklich functionirende Kiemen, wohl entwickelte Muskeln, einen ausgebildeten Darm, ein Gehirn und Sinnesorgane, die ihrer Aufgabe gewachsen sind, kurz alle zum animalen und vegetativen Leben nöthigen Organe. Verhält sich der Embryo eines höheren Wirbelthieres in gleicher Weise während der Entwicklungsphase, wo er eine Chorda und Kiemenbögen besitzt? In keiner Weise! Mit Ausnahme des Herzens kann keines seiner Organe der Function vorstehen, die es später übernehmen wird; seine Muskeln sind noch nicht differenzirt, der Darm ist noch eine offene Rinne, der Mund ist noch nicht durchgebrochen, Hirn und Sinnesorgane sind noch in ganz rudimentärem Zustande oder vielleicht noch gar nicht in der Anlage vorhanden. Die Correlation und Harmonie der Organe ist demnach in beiden Fällen eine durchaus verschiedene und durch die Verkennung dieses so leicht zu erhärtenden Princips ist es gelungen, ein Gesetz, das in den angedeuteten Grenzen vollkommene Geltung hat, in durchaus unverständlicher Weise zu entstellen.

Durch ausgedehnte und wichtige Untersuchungen hat sich die Histologie in neuerer Zeit zu dem Range einer Zweigwissenschaft erhoben. Sie hatte von Anfang an vergleichenden Charakter, indem sie sich vorzugsweise mit den durch ihre Structur dem Menschen sich nähernden Wirbelthieren beschäftigte. Nach und nach erweiterte sie ihr Untersuchungsfeld und wenn sie beim Beginne der Entwicklung mit der Embryologie zusammenfällt, so trennte sie sich doch bald und brachte wesentliche Aufklärungen über die Homologie der Organe. Wenn sie auch wichtige Dienste in dieser Hinsicht geleistet hat, so kann man doch nicht läugnen, dass sie noch grosse Fortschritte zu machen hat, bevor sie als eine der Grundlagen für die vergleichende Anatomie betrachtet werden kann. Namentlich gilt dieses für die wirbellosen Thiere, welche, wenn nicht besondere Gewebe, so doch sehr wesentliche Abweichungen in der Constitution derjenigen Gewebselemente zeigen, die wir als Bausteine des Organismus der höheren Thiere zu finden gewohnt sind. Die genauere Kenntniss der Entwicklungsphasen, welche dasselbe Gewebe in der Thierreihe und in der embryonalen Ausbildung der Individuen zeigt, wird ganz neue Ausblicke eröffnen. Es ist sicher, dass gewisse Charaktere eines Gewebes mit ebensoviel Zähigkeit sich in der Thierreihe erhalten, wie gewisse Eigenthümlichkeiten der Organe und dass also dieser histologische Charakter in solchen Fällen, wo andere Nachweise fehlen, zur Bestimmung der Homologie der Organe dienen kann. Wenn wir z. B. sehen, dass die bei allen anderen Thieren mehr oder minder entwickelten Wimperepithelien bei allen Arthropoden ohne Ausnahme fehlen, so müssen wir in dieser Thatsache einen Charakter erster Ordnung erkennen.

Die Physiologie steht in nächster Beziehung zur vergleichenden Anatomie. Die Function eines Organes hängt von seiner Structur ab; es besteht also eine innige Wechselbeziehung zwischen Organisation und Function. Dieses Verhältniss ist sogar so ausgesprochen, dass man die Organe, welche den menschlichen Körper zusammensetzen, nach der Function benannt hat und diese Namen bei den übrigen Thieren anwenden muss, da die Sprache keine anderen besitzt. Da die Wirbelthiere nach einem und demselben Plane gebaut sind, so sind innerhalb dieses Kreises die Begriffe der auf gemeinsamen Ursprung und Lagenverhältniss gegründeten morphologischen Homologie und der auf der Function beruhenden physiologischen Analogie fast congruent. Indessen sehen wir selbst bei den Wirbelthieren in dieser Hinsicht bedeutende Abweichungen. Das Athemorgan der höheren Wirbelthiere, die Lunge, ist in keiner Weise demjenigen der Fische, den Kiemen, homolog; beide im physiologischen Sinne analoge Organe haben keine anatomischen Beziehungen zu einander. Und doch ist die Athemfunction eine der wichtigsten, allgemeinsten Functionen, so dass die

älteren Anatomen sie vorzugsweise in das Auge fassten; aber trotz ihrer äussersten Wichtigkeit ist sie wesentlich herumschweifender Natur und kann von Organen ausgeübt werden, welche durchaus nicht homolog sind. Bei den Wirbelthieren sehen wir sie von den Kiemen zu der Schwimmblase und den Lungen überwandern, die beide ursprünglich Anhangsorgane des Mitteldarmes sind und wir sehen zugleich die ursprünglich zur Athmung bestimmten Kiemenbogen durchaus verschiedene Functionen annehmen.

Diese ausserordentliche Wandelbarbeit der Function wird in anderen Thierkreisen noch auffallender. Halten wir uns an dasselbe Beispiel, so können wir dreist behaupten, dass man von homologen Athemorganen bei Gliederthieren, Mollusken und Würmern gar nicht reden kann. Bald ist es die allgemeine Hautdecke des Körpers, bald nur ein localisirter Theil derselben, welcher mit dem Austausch der Gase betraut ist; hier sind die Füsse, dort der Darm, anderwärts besondere äussere oder innere Organe der Sitz der Athemfunction. Fast könnte man sagen, dass jeder Theil des Körpers durch specielle Differenziation zu dieser Rolle berufen werden kann. Der „Functionswechsel" ist, wie Dohrn nachgewiesen hat, eine der allgemeinsten und wichtigsten Erscheinungen.

Wir glauben nicht, dass es nöthig sei, weiter auf die Wichtigkeit der Unterscheidung zwischen homologen und analogen Organen einzugehen. Wir nennen ein für allemal Organe analog, welche die nämliche Function ausüben, mögen ihr Ursprung, ihre Gestalt und Lagerung sein, welche sie wollen. Wir müssen indessen wiederholt darauf aufmerksam machen, dass, wenn man den Begriff der Homologie auf das Aeusserste treibt und gänzlich von der Function loslöst, die Sprache keine Bezeichnungen mehr für solche Organe hat, welche zwar dieselben Functionen, aber verschiedenen Ursprung und Beziehungen haben. Das Nervensystem der Echinodermen und Acalephen z. B. hat möglicher Weise einen Ursprung, welcher ganz von demjenigen des Nervensystems der Arthropoden und Wirbelthiere verschieden ist. Können diese Nervensysteme nun als analoge Organe angesehen werden, die mit anderen, verschiedene Functionen ausübenden Organen homolog wären? Die gegenseitige Lagerung der grossen Organsysteme, welche den Körper zusammensetzen, ist bei den Arthropoden und Wirbelthieren geradezu entgegengesetzt; kann man das Rückengefäss oder Herz der Gliederthiere mit demjenigen der Wirbelthiere identificiren? Und wenn die hinsichtlich dieser Organsysteme noch nicht gelöste Frage in negativem Sinne beantwortet werden würde, könnte man dann Theile, die ganz verschiedenen Ursprung haben, mit dem einzigen Worte „Herz" bezeichnen? Die Schwierigkeit, die uns hier entgegentreten würde, zeigt sich schon bei der allgemeinen, den Darm umgebenden Leibeshöhle, die man mit dem Namen „Coelom" bezeichnet hat,

denn das Coelom der Echinodermen z. B. hat sicher einen von demjenigen des Coeloms der Wirbelthiere ganz verschiedenen Ursprung. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich für eine Menge von Organen, z. B. für diejenigen Oeffnungen, die wir Mund und After nennen, in Beziehung zu den ursprünglichen Oeffnungen der Gastrula. Unsere heutigen Bezeichnungen, welche der Function entlehnt sind, womit die Organe bei dem Erwachsenen und namentlich bei dem Menschen betraut sind, müssten demnach in sehr vielen Fällen durch andere, bezeichnendere Ausdrücke ersetzt werden. Ist dies möglich?

Zukünftige Untersuchungen werden vielleicht diese momentanen Schwierigkeiten beseitigen. Für jetzt genügt es, darauf hingewiesen und dargelegt zu haben, dass die Untersuchung der Functionen oder mit anderen Worten, der physiologische Standpunkt für die Bestimmung der morphologischen Beziehungen der Organe nur einen geringen Werth hat, während er im Gegentheile von höchster Wichtigkeit ist, wenn es sich um das Leben der Organismen handelt, das durch das Wechselspiel der Organe bedingt ist.

Wenn das Leben des Organismus schliesslich nur die Summe des Einzellebens aller Organe und ihrer Bildungselemente ist, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass dieses Gesammtleben unter dem Einflusse der Aussenwelt steht und dass diese Einwirkung der Umgebungen Wirkungen erzeugt hat, die wir mit dem allgemeinen Ausdrucke „Anpassung“ bezeichnen. Die gegebenen Lebensbedingungen finden ohne Zweifel ihren Reflex in der Organisation der Thiere und hierdurch tritt die vergleichende Anatomie in nähere Beziehung zur Biologie im engeren Sinne des Wortes, welche die Kenntniss der Lebensbedingungen des Organismus umfasst.

Wenn das im Wasser schwimmende Thier sich durch die Durchsichtigkeit seiner Gewebe auszeichnet; wenn das auf sandigem, in verschiedener Weise gefärbtem Grunde kriechende Thier die Fähigkeit erlangt hat, seine Farbe derjenigen des Grundes anzupassen und so sich zu verbergen; wenn ein anderes Thier besondere organische Modificationen zeigt, mittelst deren es seine Athemorgane beschützt, die durch seinen Wohnort gefährdet werden könnten, so sehen wir in diesen Besonderheiten die Wirkung der Umgebung, in welcher das Thier lebt und der es sich beständig anzupassen strebt.

Das Festsitzen, das Schmarotzerthum und tausend andere specielle Existenzbedingungen haben in unzähligen Fällen dergestalt auf die Structur, die Lagerung und Entwicklung der Organe eingewirkt, dass wir beständig auf diese Verhältnisse unser Augenmerk richten müssen. Es finden sich hier unaufhörliche Wechselbeziehungen; die biologischen Bedingungen modificiren die Organe und die Structur der Organe lässt die Thiere diejenigen Bedingungen aufsuchen, welche ihnen speciell nützlich sind.

Die Anpassung an die Existenzbedingungen kann sich in zwei scheinbar einander durchaus entgegengesetzten Richtungen geltend machen. Sie kann durch die Bildung neuer Organe und Functionen und durch die Specialisirung anfänglich verschmolzener Functionen eine grössere Complication des Organismus herbeiführen oder sie kann durch die Vereinfachung und Concentrirung der Functionen auf bestimmte Organe, ja selbst durch den gänzlichen Wegfall derselben eine organische Reduction oder Degradation erzeugen.

Wir beurtheilen die Complication eines Organismus nach dem Grade, bis zu welchem bei ihm die Theilung der physiologischen Arbeit gediehen ist; die höhere Organisation entspricht der grösseren Theilung der Arbeit. Bei den untersten Organismen sehen wir das freie Protoplasma oder die primitive Zelle mit allen zum Leben unumgänglich nöthigen Functionen betraut. Die Cytode, die Nucleode, die Zelle, alle einzelligen Organismen ernähren sich, wachsen, vermehren sich, zeigen Empfindung und Willen. Alle diese Functionen, Absorption, Absonderung, Bewegung finden sich in der Anlage vorhanden und an dieselbe Protoplasmasubstanz gebunden. Aber mit der Vermehrung der bildenden Elemente sehen wir zugleich, dass bestimmte Gruppen dieser Elemente sich nach einer gegebenen Richtung hin ausbilden, sich in besonderer Weise organisiren und einen bestimmten Theil der physiologischen Arbeit, eine besondere Function übernehmen. Je mehr diese Specialisation Platz greift, desto mehr specielle Organe sehen wir entstehen, deren einzelne Theile wieder ihrerseits einen bestimmten Theil der Function übernehmen. Das Studium der Organisation selbst lässt also jenes Grundgesetz in vollstes Licht treten, wonach ein Organismus um so vollkommener ist, einen um so höheren Rang in der Stufenleiter einnimmt, je weiter die Theilung der physiologischen Arbeit bei ihm durch Bildung von Organen gediehen ist, welche eine bestimmte und begrenzte Function haben.

Man muss indessen einschränkend beifügen, dass diese Vermehrung der Organe mit speciellen Functionen nur dann einen höheren Grad der Entwicklung darstellt, wenn sie mit der Harmonie der übrigen Theile des Organismus im Einklange steht. Die harmonische Specialisation ist der Fortschritt, die einseitige Specialisation führt im Gegentheile zur Degradation, denn jede überwiegende Entwicklung eines Organes oder einer Organgruppe muss nothwendiger Weise auf die übrigen Organe hemmend oder selbst rückbildend einwirken.

Man hat vielleicht bei der Verfolgung der Ausbildung der Typen durch all' die unzähligen Modificationen, welche zu einer höheren Organisation mittelst der Theilung oder physiologischen Arbeit führen, diesen Gesichtspunkt zu sehr ausser Acht gelassen. Man kann wohl behaupten, dass der Fall ausserordentlich selten ist, wenn er überhaupt vorkommt, wo eine harmonische Ausbildung aller Organe Platz greift;

im Gegentheile scheint diese Ausbildung sich meist nur auf eine gewisse Anzahl von Organen zu erstrecken, deren Function besonders entwickelt wird. Wenn wir von fortschrittlicher Entwicklung reden, brauchen wir einen sehr relativen und beschränkten Ausdruck, der nicht auf alle Theile des Organismus in gleicher Weise anwendbar ist.

Wenn z. B. der Mensch durch die Ausbildung seines Gehirnes und der diesem Organe angehörigen Functionen alle übrigen Thiere weit überragt, so bleibt er doch hinsichtlich der Entwicklung anderer Organe weit hinter manchen derselben zurück. Seine Bewegungs- und Sinnesorgane sind in vieler Beziehung weit weniger ausgebildet als sein Centralnervensystem.

Die Degradation fällt uns namentlich dann besonders auf, wenn gewisse, ursprünglich wohl entwickelte Organe durch die Anpassung an verschiedene Einflüsse verkümmern und sogar zum Vortheil anderer Organe, die sich übermässig entwickeln, gänzlich vernichtet werden. Wenn die Wirkungen des Festsitzens, des Schmarotzerthums oder der Ausbildung gewisser Bewegungsarten in dieser Hinsicht in die Augen springend sind, so darf man nicht vergessen, dass alle vorwaltenden Einflüsse, Wohnung, Nahrung, Angriffs- oder Vertheidigungsbedürfniss etc. ähnliche Wirkungen hervorbringen können und dass mit einem Worte jede Anpassung an einen der zahlreichen Einflüsse, welche auf den Organismus einwirken, ein solches Resultat haben muss. Wir können also den Satz aufstellen, dass jeder Fortschritt in einer gegebenen Richtung, wenn nicht mit einem Rückschritt, so doch mit einem mehr oder minder bedeutenden Stillstand in anderen Organgebieten verknüpft ist.

Die beiden Wirkungen der Arbeitstheilung, Fortschritt und Rückschritt, sind demnach eng mit einander verbunden und die Aufgabe der vergleichenden Anatomie besteht darin, bei jedem Typus, bei jedem Organ im Einzelnen nachzuweisen, in welchem Grade er von den verschiedenen Einwirkungen, die sich geltend machten, beeinflusst worden ist.

Wir sind auf diese Betrachtungen besonders deshalb näher eingegangen, weil man sich bisher viel zu sehr daran gewöhnt hat, den Rückschritt als eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze des Fortschrittes der Organisation zu betrachten, während man ihn im Gegentheile als die nothwendige Folge und den steten Begleiter des Fortschrittes auffassen sollte. Gewiss tritt uns bei der Betrachtung des Thierreiches im Ganzen, sowohl wenn wir die jetzige Schöpfung, als wenn wir die Schöpfungen betrachten, die seit den ältesten Zeiten einander gefolgt sind, eine allmähliche Vervollkommnung der Organisation entgegen, die sich z. B. durch die stufenweise Erhebung aus dem Wasser auf das Land geltend macht. Die heutige Schöpfung mit ihren Landthieren, Säugethieren, Vögeln, Insekten etc. ist gewiss in dieser Hin-

sicht weit höher organisirt, als die Fauna der jurassischen oder noch älteren Epochen, wo diese Typen kaum aufzutreten anfingen. Wenn wir aber diesen allgemeinen Standpunkt verlassen und auf die Einzelheiten eingehen, so sehen wir Verhältnisse, ähnlich denjenigen, worauf wir bei dem Parallelismus der Phylogenie und der Ontogenie aufmerksam machten, nämlich eine grosse Ungleichheit und bedeutende Unterschiede in der relativen Entwicklung der einzelnen Theile des Organismus. Es giebt ohne Zweifel fortschrittliche, stationäre und rückschreitende Typen und wenn die Gesammtheit dieser verschiedenen Richtungen eine Vervollkommnung gewahren lässt, so müssen wir doch anerkennen, dass dieselbe nur relativ ist und dass die Summe der Erscheinungen sich aus einer Menge von Factoren zusammensetzt, deren positiver oder negativer Werth in weiten Grenzen wechselt.

Diese Betrachtungen erklären zum Theile die oft äusserst verschiedenen Auffassungen der Forscher, welche sich mit solchen Fragen beschäftigt haben. Wenn die Einen den Amphioxus z. B. als den ehrwürdigen Stammvater der Wirbelthiere betrachten, welcher uns den ganzen Organisationsplan des Kreises in seinen ersten Anlagen vor Augen führen soll, so fassen die Anderen denselben Typus als einen Kümmerling auf, der durch Rückbildung einen Theil der Charaktere verloren hat, welche den übrigen Wirbelthieren zukommen. Wir können eine grosse Anzahl von Fällen nachweisen, wo wir über die wirkliche Bedeutung gewisser Charaktere und demnach über den Platz im Zweifel sein können, welchen wir dem Organismus anzuweisen haben, der solche Charaktere bietet.

Wir fassen diese allgemeinen Andeutungen über die Beziehungen zwischen der vergleichenden Anatomie und den übrigen biologischen Wissenschaften in folgender Uebersicht zusammen.

Die Biologie oder allgemeine Wissenschaft vom Leben umfasst:

Die Biologie der Pflanzen oder Botanik im weitesten Sinne des Wortes.

Die Biologie der Thiere oder Zoologie im weitesten Sinne des Wortes.

Die Zoologie, welche uns allein hier beschäftigt, kann eingetheilt werden in:

Specielle Biologie, im engeren Sinne des Wortes, das Studium der Existenzbedingungen des Organismus als Ganzes aufgefasst.

Physiologie, Lehre von den Functionen der Organe.

Morphologie, Lehre von der Form und Structur der Organe und Organismen.

Letztere Wissenschaft kann von drei verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt werden.

Deseriptiver Standpunkt.

Beschreibende Zoologie, vorzugsweise auf die äusseren Formen bezüglich.

Beschreibende Anatomie der Organe, zerfällt in:

Zootomie oder beschreibende Anatomie der Thiere.

Anthropotomie oder beschreibende Anatomie des Menschen.

Histologie oder allgemeine Anatomie, Lehre von den Geweben und bildenden Elementen der Organe.

Genetiseher Standpunkt.

Ontogenie oder Embryogenie, Lehre von der individuellen Entwicklung der jetzigen Thiere.

Phylogenie oder Paläontologie, Stammesgeschichte der Entwicklung der Typen im Laufe der Erdgeschichte.

Synthetischer Standpunkt.

Vergleichende Anatomie, Ontogenie und Phylogenie, Erforschung der Urtypen und der Gesetze, nach welchen sich dieselben entwickelt haben.

Nur aus der Uebereinstimmung aller Thatsachen, die uns durch diese in verschiedenen Richtungen angestellten Forschungen geliefert werden, kann eine entsprechende, natürliche Classification hervorgehen, welche alle irgend möglichen Beziehungen zwischen den Thieren darstellt, die jetzt die Erde bewohnen oder sie in früheren Zeiten bewohnt haben.

Allgemeines über die Technik.

Seit etwa dreissig Jahren hat die anatomische und histologische Technik eine solche Ausdehnung gewonnen, dass man ihre Methoden als einen besonderen Zweig behandeln kann, dessen Kenntniss dem Naturforscher durchaus nothwendig ist. Indessen kann man zur Zeit nur allgemeine Winke über die Art und Weise geben, in welcher man bei Untersuchungen zu Werke gehen soll. Der Forscher muss von Fall zu Fall seine Erfindungsgabe bethätigen, um die sich ihm entgegenstellenden Schwierigkeiten zu bekämpfen. Die grosse Zahl allgemeiner und specieller Untersuchungsmethoden, die täglich angepriesen werden, verwirren den Anfänger mehr, als sie ihm helfen. Wir beschränken uns deshalb hier auf die wesentlichsten Methoden der Technik, welche uns sichere Resultate geliefert haben.

Wir verweisen hinsichtlich der eingehenden Beschreibung der dem Anfänger nöthigen Instrumente auf die bezüglichen Lehrbücher. Ein gutes Mikroskop, das Vergrösserungen von 20 bis 800 Durchmessern giebt, eine Stativ- und eine Handlupe, zwei grössere und zwei kleinere bauchige Skalpelle, eine grössere und eine feine Scheere, ein paar Nadeln zum Zerzupfen mit festen Griffen, eine starke Zange und eine feinere Pincette, ein Rasirmesser, Schleifstein und Riemen zum Abziehen, eine Injectionsspritze — das sind die nothwendigen Instrumente, welche dem Anfänger genügen können. Es hält schwer, über die weitere Wahl der Instrumente Rath zu ertheilen, da Jeder darüber seine eigenen, aus der Angewöhnung hervorgegangenen Ansichten hat. Je einfacher, desto besser. Der jetzige Instrumentenluxus ist eher eine Klippe für den Anfänger, der sich bestreben soll, mit gewöhnlichen Instrumenten gute Resultate zu erzielen. Man darf fast auf den Anatomen das Wort Franklin's über den Chemiker anwenden, dass er fähig sein müsse, mit einer Säge zu feilen und mit einer Feile zu sägen. Mit anderen Worten, man soll sich gewöhnen, aus einem Instrumente jeden

möglichen Vortheil zu ziehen, selbst wenn dasselbe nicht ganz dem Zweeke entsprieht.

Geduld und Reinlichkeit sind die ersten Bedingungen des Erfolges.

Sich allzusehr beeilen heisst Zeit verlieren. Die Uebereilung ist ein gewöhnlicher Fehler der Anfänger, die sehnell viel sehen wollen und sich daran gewöhnen, hastig und oberflächlich zu Werke zu gehen. Es bedarf einer gewissen Zeit, um vollständig und richtig zu sehen. Die besten Beobachter wiederholen ihre Beobachtungen, bevor sie derselben sicher sind. Wie viel mehr ist dies für den Anfänger nöthig, der meist erst lernen muss, zu sehen!

Wir können nicht genug darauf aufmerksam machen, dass das Zeichnen eine wesentliche Beihülfe bildet. Man sollte in den Laboratorien darauf halten, dass die Studirenden alle ihre Präparate zeichnen. Die Nothwendigkeit, jedes Detail genau ins Auge zu fassen, um es naturgetreu nachbilden zu können, erzieht förmlich das Auge und gewöhnt es daran, nichts unbeachtet zu lassen.

Die Unreinlichkeit ist eine beständige Quelle von Fehlern und Irrthümern. Dies gilt namentlich den optischen Instrumenten gegenüber. Eine schlecht gewaschene Glasplatte, eine fettige Linse, ein schlecht gereinigtes Uhrglas bedingen oft wesentliche Beobachtungsirrthümer. Man muss sich deshalb von Anfang an daran gewöhnen, die Reinlichkeit auf die Spitze zu treiben, um so den Irrthümern zu entgehen, welche durch Staub und Schmutz jeder Art die mikroskopischen Untersuchungen beeinträchtigen.

A. Härtungs- und Conservirungsmethoden.

Da alle organischen Gewebe Wasser und leicht zersetzbare Eiweissstoffe enthalten, so beruhen diese Methoden auf der Anwendung von Reagentien, welche das Wasser entziehen und die Eiweissstoffe coaguliren und unzersetzlich machen. Die wesentlichsten Reagentien sind folgende:

Der **Weingeist** steht allen anderen Mitteln voran. Man benutzt ihn in drei Graden der Concentrirung: zu 70%, 90% und als absoluten Alkohol. Letzterer wird nur dann angewendet, wenn man den Geweben gänzlich alles Wasser entziehen will, um sie später mit fetten Oelen oder Flüssigkeiten wie Nelkenöl, Terpentinöl, Kreosot etc. zu tränken. Man darf den absoluten Alkohol nicht unmittelbar anwenden, da er das Wasser so begierig an sich zieht, dass er die Gewebe zerstört; man beginnt also mit 70 procentigem Alkohol und steigert nach und nach den Concentrationsgrad. Zur Erhärtung benutzt man Glasgefässe mit eingeriebenem Stöpsel. Der 70 procentige Weingeist und selbst der noch schwächere, den man im Handel findet, genügen

zur Erhaltung der Thiere unter der Bedingung, dass dieselben vorher mit mehrfach erneuertem stärkerem Alkohol durchtränkt worden sind. Ohne diese Vorsichtsmaassregel zersetzen sich die vieles Wasser enthaltenden Gewebe leicht.

Die Gewebe, welche zu mikroskopischen Schnitten verwendet werden sollen, müssen in Stücke von 1 bis 2 cm Durchmesser zerlegt und dann erst in ein 10- bis 20 faches Volumen von absolutem Alkohol gebracht werden.

Paul Mayer empfiehlt für Conservirung in Museen einen Zusatz von 3 proc. Salzsäure, der etwaige Niederschläge verhindern soll. Für Gliederthiere, wo Chitin in das Spiel kommt, ist die Anwendung von kochendem Alkohol vorzuziehen, der leichter die Gewebe durchdringt.

Glycerin. Viele Präparate können in Glycerin aufbewahrt werden, das nicht verdunstet und die Gewebe aufhellt. Wegen seiner grossen Verwandtschaft zum Wasser entstellt es aber leicht die Gewebe, wenn man es unmittelbar in reinem Zustande verwendet. Reines Glycerin löst sich in allen Verhältnissen im Wasser und Weingeist. Man thut deshalb am besten, die Präparate zuerst mit einer Mischung von 1 Vol. Glycerin mit 2 Vol. Wasser zu durchtränken und nach und nach reines Glycerin zuzusetzen. Um Schimmelbildung zu vermeiden, kann man ein Minimum von Alkohol zufügen.

Wir erwähnen unter den Glycerin enthaltenden Mischungen folgende:

Jäger'sche Flüssigkeit: 1 Thl. Glycerin, 1 Thl. Alkohol, 10 Thle. Meerwasser. Vortrefflich für kleinere Seethiere. Zur Erhaltung grösserer Thiere kann man den Gehalt von Glycerin und Weingeist verdoppeln und verdreifachen. Um Foraminiferen, Kalkschwämme und andere Seethiere mit Kalkskelet zu erhalten, muss das Glycerin vollkommen neutral sein. Das im Handel vorkommende ist oft etwas sauer, weshalb es vorher mit Lackmuspapier zu untersuchen ist.

Langer'sche Flüssigkeit: 100 Thle. Glycerin, 15 bis 17 Thle. Carbolsäure und 11 Thle. Weingeist, dient zur Injection der Gefässe grösserer Thiere, deren Gewebe auf diese Weise durchtränkt werden. Man kann grössere Thiere, die präparirt werden sollen, längere Zeit darin erhalten, bevor das Präparat in Alkohol kommt.

Hantsch's Flüssigkeit: 3 Thle. absoluten Alkohol, 2 Thle. Wasser, 1 Thl. Glycerin, besonders für Crustaceen zu empfehlen, da die Farben sich darin erhalten.

Chromsäure kommt besonders bei histologischen Untersuchungen in Anwendung, da sie das Protoplasma erhärtet und unlöslich macht. Da ihre Titrirung in einzelnen Fällen sehr wichtig ist, so thut man am besten nach Ranvier's Vorschlag von der im Handel vorkommenden reinen, krystallisirten Säure eine 1 proc. Lösung in destillirtem Wasser vorräthig zu halten, welche man zum Gebrauche beliebig ver-

dünnen und mit gutem Erfolge rein zur Aufbewahrung kleinerer wirbelloser Thiere benutzen kann. Die Chromsäure fixirt zwar die Gewebselemente, darf aber nur mit grosser Vorsicht angewendet werden, indem man in jedem einzelnen Falle den Concentrationsgrad der anzuwendenden Lösung zu bestimmen suchen muss; zu starke Lösungen machen die Gewebe leicht brüchig. Man thut am besten, anfänglich ganz schwache Lösungen in grosser Menge anzuwenden.

Die Chromsäure findet besonders ihre Verwendung bei Thieren, deren Gewebe man erhärten will, während man zugleich die Kalkskelette langsam auflöst. Sehr schwache Lösungen sind zu dieser Behandlung der Kalkschwämme, der Korallen, der Echinodermen unerlässlich.

Das doppelt-chromsaure Kali und Ammoniak können die Chromsäure in manchen Fällen ersetzen. Letzteres Salz, in Lösungen von 1 bis 5 Proc. angewendet, ist der brüchig machenden Chromsäure für Härtung des Centralnervensystemes der Wirbelthiere vorzuziehen, verlangt aber längere Zeit zur Erhärtung der Präparate.

Die Müller'sche Flüssigkeit (2 bis $2^1/_2$ Thle. doppeltchromsaures Kali, 1 Thl. schwefelsaures Natron und 100 Thle. Wasser) dient vorzugsweise zur Erhärtung kleiner Weichthiere, Würmer und ganzer Organe, z. B. der Augen der Wirbelthiere, um Schnitte der Retina zu machen.

Pikrinsäure. Man benutzt eine gesättigte Lösung, die man leicht erhält, indem man einen Ueberschuss von krystallisirter Säure mit Wasser übergiesst und die ungelösten Theile sich absetzen lässt. Vortrefflich zur Erhaltung und angehender Erhärtung sehr wasserreicher Gewebe, Embryonen etc. Sie gewährt vor der Chromsäure den Vortheil, dass sie sich durch wiederholte Aussüssungen mit Wasser oder 70 proc. Alkohol ganz aus den Geweben entfernen lässt.

Pikrin-schwefelsäure (Kleinenberg'sche Flüssigkeit). Man mischt eine gesättigte Lösung von Pikrinsäure mit 2 Proc. rauchender Schwefelsäure. Es bildet sich ein Niederschlag, den man absitzen lässt. Zu der abgegossenen Flüssigkeit setzt man 2 bis 3 Vol. Wasser zu. Für Gliederthiere kann man die Flüssigkeit unverdünnt benutzen (Paul Mayer); in der angegebenen Weise verdünnt, dient sie für Embryonen und kleinere Thiere. Die Flüssigkeit tödtet die Gewebe, lässt ihnen aber ihre ursprüngliche Form. Sie erhärtet nicht und muss durch wiederholte Waschungen mit 70 proc. Alkohol oder Wasser ausgezogen werden, bevor man zur Härtung schreitet.

Bei Thieren, welche Kalkskelette enthalten, die mit der Schwefelsäure Gyps bilden, kann man die Schwefelsäure durch 8 Proc. Salzsäure oder 5 Proc. Salpetersäure ersetzen; doch muss man die Mischung anfangs sehr stark verdünnen und nur sehr langsam einwirken lassen, um eine tumultuarische Entwicklung von Kohlensäure zu vermeiden, welche die Gewebe zerreissen würde.

Alle Gewebe, die 24 bis 48 Stunden in Kleinenberg'scher Flüssigkeit gelegen haben, müssen nachher durch Wasser oder Alkohol vollständig ausgewaschen werden, ehe man sie härtet.

Osmiumsäure. Wegen ihrer Giftigkeit und Flüchtigkeit mit äusserster Vorsicht zu behandeln. Man findet sie im Handel in Gestalt gelblicher Krystalle in kleinen zugeschmolzenen Glasröhren, welche 1 g enthalten. Man zerbricht diese Röhrchen in einem 50 g Wasser enthaltenden Fläschchen mit weiter Oeffnung und eingeriebenem Stöpsel von schwarzem Glase, das höchst sorgfältig gereinigt sein muss, da alle organischen Stoffe, eben so wie das Licht, die Lösung, die nur sehr langsam sich vollendet, zersetzen. Um der Menge der angewendeten Säure sicher zu sein, kann man das Röhrchen vor dem Zerbrechen und nachher wiegen. Man hat so eine Lösung von 2 Proc., die man zur Herstellung verdünnter Lösungen benutzt.

Die Osmiumsäure ist eines der besten Fixirungsmittel für die Gewebselemente. Man benutzt sie auch, sei es in wässeriger oder Gasform, um kleine Thiere augenblicklich zu tödten, ohne dass sie ihre Gestalt ändern. Leider ist ihr Durchdringungsvermögen nur sehr gering.

Die Säure schwärzt alle fettigen Gewebselemente augenblicklich und auch das Protoplasma nach längerer Einwirkung; das Myelin wird blauschwarz, das Fett braunschwarz, die Muskelsubstanz hellbraun (Ranvier). Leider dunkeln auch die sorgfältigst ausgewaschenen Präparate fast immer nach, und solche schwarz gewordene Stücke zeigen nichts mehr. Man kann sie etwas aufhellen, indem man sie in eine Atmosphäre von Chlor bringt. Man streut auf den Boden eines Glases, worin das Präparat aufgehängt wird, chlorsaures Kali und entwickelt dann das Chlor durch Aufträufeln einiger Tropfen Salzsäure mittelst einer Pipette. Durch Erwärmen der Flasche im Wasserbad kann man die Reaction beschleunigen (Paul Mayer)[1]. Nach Hertwig verhindert die Färbung mit Beale's Carmin (s. S. 21) das Nachdunkeln der mit Osmiumsäure behandelten Präparate.

Sublimat (Quecksilberchlorid). In gesättigter Lösung, kalt oder warm angewendet, ist der Sublimat ein vortreffliches Fixationsmittel für kleinere Thiere und für Gewebe[2]. Er macht einen Bestandtheil folgender Lösungen aus.

Owen'sche Flüssigkeit zur Aufbewahrung niederer weicher Thiere ohne Kalkskelet. 1680 Thle. Wasser, 137,5 Thle. Kochsalz, 79 Thle. Alaun und 0,014 Thle. Sublimat.

---

[1]) Paul Mayer entfärbt die Augen der Gliederthiere auf dieselbe Weise durch Chlorentwicklung.

[2]) In der zoologischen Station in Neapel wird die Sublimatlösung im Grossen von Dr. A. Lang angewandt. Die kalte Flüssigkeit fixirt ausgezeichnet die Hydrozoen, Bryozoen etc. Die warme Lösung kann für grössere Thiere, wie z. B. Mollusken, verwendet werden. Sublimat hat vor der Osmiumsäure den Vortheil, dass er die spätere Färbung der Gewebe nicht hindert.

Goadby'sche Flüssigkeit: 2250 Thle. Wasser, 140 Thle. Kochsalz, 70 Thle. Alaun und 0,3 Thle. Sublimat. Dient wie die vorige. Beide Flüssigkeiten dürfen für Thiere, die später zu mikroskopischen Schnitten gebraucht werden sollen, nicht verwendet werden, da sie die Gewebe brüchig machen, so dass sie unter dem Messer in Staub zerfallen.

Lang'sche Flüssigkeit. Anfänglich für Trematoden und Planarien empfohlen, erweist sie sich auch sehr günstig für andere Wirbellose, besonders Coeleuteraten, die sich beim Tode kaum zusammenziehen. 100 Thle. Wasser, 6 bis 10 Thle. Kochsalz, 5 bis 8 Thle. Essigsäure, 3 bis 12 Thle. Sublimat, $^1/_2$ Thl. Alaun. Sollen Schnitte gefertigt werden, so dürfen die Gegenstände nur eine halbe bis ganze Stunde, je nach der Grösse, in der Flüssigkeit bleiben, um nachher mit Alkohol ausgewaschen und gehärtet zu werden.

B. Maceration, Dissociation.

Krystallisirbare Essigsäure. Hellt das Binde- und Muskelgewebe durch Quellung auf und lässt die Kerne hervortreten. In 1 proc. oder noch schwächerer Lösung ist die Säure unersetzlich für das Studium niederster Thiere. Die Brüder Hertwig empfehlen als Macerationsmittel für niedere Thiere, das ihnen bei der Untersuchung der Medusen vortreffliche Dienste geleistet hat, eine Mischung von 0,2 proc. Essigsäure und 0,05 proc. Osmiumsäure zu gleichen Theilen. Man taucht die Objecte, je nach ihrer Grösse, während 2 bis 3 Minuten in diese Mischung, wäscht sie dann mehrere Male in 0,1 proc. Essigsäure aus, in der man sie vor der Zerzupfung einen Tag liegen lässt. (O. und R. Hertwig, das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig, 1878, S. 5.)

Drittel-Alkohol. 1 Thl. absoluter Alkohol auf 2 Thle. Wasser, von Ranvier mit Recht empfohlen. Man legt die zu zerzupfenden Theile, in kleine Stücke zerschnitten, während einiger Stunden oder selbst Tage in die Flüssigkeit.

Chromsäure. 2 bis 3 Thle. auf 10 000 Thle. Wasser. Erweist sich besonders vortheilhaft für Nervengewebe. Kleine Stückchen in grossen Mengen von Flüssigkeit.

Jodserum. Für feinere histologische Untersuchungen ist Amnios-Flüssigkeit oder Blutserum vorzuziehen. (Ranvier.) Da dieselben aber nicht immer leicht zu beschaffen sind, so kann man sich mit Eiweiss nach der Formel von Frey behelfen: 135 Thle. Wasser, 15 Thle. Eiweiss, 0,2 Thle. Kochsalz. Man tröpfelt in die filtrirte Flüssigkeit 3 Thle. Jodtinctur und legt, da dieselbe leicht verdunstet, einige Plättchen Jod auf den Boden der Flasche.

Ranvier räth in frische Amniosflüssigkeit Jodtinctur zu tröpfeln, bis sie eine weingelbe oder selbst etwas dunklere Farbe hat. Sollen

die Theile lange darin liegen, so muss man, um Fäulniss zu verhüten, täglich so viel Jodtinctur zuträufeln, bis die ursprüngliche Farbe hergestellt ist.

Das **ammoniakhaltige Pikrocarminat** (S. 22) wird von A. Lang empfohlen. Es muss, je nach der Natur der Objecte, mehrere Wochen lang einwirken.

C. Färbung.

Alle Färbungsmethoden beruhen auf der Anziehung, die das in den Geweben differenzirte Protoplasma auf die verschiedenen Farbstoffe in verschiedenem Grade ausübt.

Man glaubte früher, dass das lebende Protoplasma sich nicht färbe. Man kann in der That Infusorien und andere Protozoen Tage lang in Lösungen von Pikrocarmin oder Carmin lebend erhalten, ohne dass die mindeste Färbung Platz greift. Indessen hat man in den letzten Jahren sich überzeugt, dass dieser Widerstand des lebenden Protoplasma gegen Färbungen durchaus nicht allgemeine Geltung hat. Gewisse Anilinfarben, wie Bismarckbraun und Quinoleinblau geben diffuse Färbungen der lebenden Thiere und Gewebe. Anodonten z. B. leben in vollkommen neutralen Lösungen von Bismarckbraun ohne merklichen Uebelstand sehr gut fort. Die Lösung entfärbt sich allmählich, während alle Gewebe des Thieres eine tiefbraune Färbung annehmen. Infusorien und Rhizopoden verhalten sich nach Brandt und Henneguy ebenso. Injicirt man, wie Henneguy gethan hat, unter die Haut eines Frosches eine ziemliche Quantität von Bismarckbraun, so färben sich alle Gewebe, besonders aber das Muskelgewebe, nach einigen Stunden dunkelgelb, ohne dass das Thier zu leiden scheint. Junge Forellen färben sich ebenso, während sie in der Flüssigkeit umherschwimmen.

Da diese Färbung eine allgemeine und diffuse ist, so kann sie dem Anatomen kaum nützen. Doch sollen nach Brandt die Kerne lebender Protozoen sich häufig in wässeriger Lösung von Hämatoxylin färben. Im Allgemeinen können aber nur todte, frische oder gehärtete Gewebe zur Färbung verwendet werden. Da die färbenden Flüssigkeiten nur schwierig eindringen, so müssen grössere Objecte vor der Färbung in Stücke zerlegt werden, während man kleinere Gegenstände im Ganzen vor dem Schneiden färben kann.

Carmin. Die Lösungen dieses Farbstoffes werden in verschiedener Form zur Färbung der Zellenkerne benutzt. Wir geben hier nur die hauptsächlichsten Lösungen, wie sie in Laboratorien allgemein benutzt werden.

Neutraler Carmin, 1 Thl. Carmin, 1 Thl. Ammoniak, 100 Thle. Wasser. Man löst zuerst den Carmin in mit wenig Wasser verdünntem Ammoniak und setzt dann das nöthige Wasser zu. Ist ein Ueber-

schuss von Ammoniak vorhanden, so verdunstet man ihn durch Erwärmung im Wasserbade, bis sich ein Niederschlag von Carmin zu bilden beginnt, lässt erkalten und filtrirt. Die Färbung in dieser concentrirten Flüssigkeit geht sehr rasch von Statten; lässt man die Gewebe länger darin, so färben sie sich vollständig und diffus. Es ist im Allgemeinen vorzuziehen eine verdünnte Lösung anzuwenden, die langsamer, aber auch sicherer wirkt. Es gelingt zuweilen, überfärbte Schnitte dadurch zu entfärben, dass man sie mit ammoniakhaltigem Wasser auswäscht, indessen tritt dann leicht diffuse Färbung ein und es ist stets besser, von Anfang an gute Kernfärbungen dadurch zu erhalten, dass man eine verdünnte Lösung anwendet und die Objecte entfernt, sobald die Kerne hinlänglich gefärbt sind.

Gewebe, die in Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali gelegen haben, sollen nach Ranvier zuerst durch Auslaugen in Wasser während 1 bis 2 Tagen von der Chromsäure befreit, dann in Alkohol oder einer Mischung von Alkohol und Essigsäure gewaschen und nach erneuter Auslaugung mit Wasser schliesslich gefärbt werden.

Für Gegenstände, die in Pikrinsäure gelegen haben, ist schnelle und intensive Färbung der langsamen, für Alkoholpräparate empfohlenen vorzuziehen. Mit Osmiumsäure behandelte Gegenstände färben sich nur langsam und schwer, aber in derselben Reihenfolge, was die Elemente betrifft, wie die Alkoholpräparate, so dass also diese Säure in ihrer Wirkung von der Chromsäure verschieden ist.

Alle gefärbten Präparate sind vor jeder weiteren Behandlung sorgfältig auszuwaschen.

Beale's Carmin, vortrefflich zur Färbung der Kerne von mit Osmium- oder Chromsäure behandelten Protozoen. 60 Thle. Wasser, 60 Thle. Glycerin, 15 Thle. Alkohol, 3,5 Thle. Ammoniak, 0,64 Thle. Carmin. Man löst den Carmin in Ammoniak, giesst die übrigen Flüssigkeiten umschüttelnd zu und filtrirt, nachdem der Niederschlag sich abgesetzt.

Schneider's essigsaurer Carmin. Fixirt sich gut in den Kernen und hellt zugleich die Gewebe auf. Man löst so viel Carmin als möglich in verdünnter kochender Essigsäure auf (100 Thle. Wasser, 45 Thle. Essigsäure) und filtrirt die Flüssigkeit von dem überschüssigen Carmin ab.

Thiersch's oxalsaurer Carmin. Man löst 1 Thl. Carmin in 3 Thln. Wasser und 1 Thl. Ammoniak und in einer zweiten Flasche 1 Thl. Oxalsäure in 22 Thln. Wasser. In 8 Thle. der oxalsauren Lösung werden 1 Thl. der carminhaltigen gegossen und nach Umschütteln 12 Thle. absoluten Alkohols zugefügt. Einen etwa entstehenden Niederschlag löst man durch Zutröpfeln von Ammoniak auf.

Grenacher's Alauncarmin. Man löst in einer, während 10 bis 20 Minuten kochenden, 1 bis 5 proc. Lösung von gewöhnli-

schem oder Ammoniakalaun so viel pulverisirten Carmin als möglich und filtrirt nach dem Erkalten. Die Färbung ist sehr intensiv, eher lila als roth und hat den Vortheil, dass sie selbst bei längerem Verweilen der Gewebe in der Flüssigkeit nicht diffus wird.

Grenacher's Boraxcarmin. Man verfährt wie oben, nur dass man eine 1 bis 2 proc. Lösung von Borax statt der Alaunlösung nimmt. Man erhält eine purpurfarbene Flüssigkeit, die vor dem Niederschlage abfiltrirt und vorsichtig tropfenweise mit Essigsäure versetzt wird, bis sie die gewöhnliche rothe Farbe des Carmins zeigt. Man filtrirt aufs Neue nach 24 Stunden. Die Flüssigkeit giebt jetzt nur eine diffuse Färbung. Man wäscht, um die Kernfärbung zu erhalten, die Schnitte in reinem Wasser und legt sie dann in ein Uhrglas, das 50 bis 70 proc. Alkohol mit einem Tropfen Salzsäure enthält. Der Farbstoff löst sich und concentrirt sich schnell an den Kernen. Das Verfahren ist nur bei Schnitten verwendbar, dann aber zur ausschliesslichen Färbung der Kerne vortrefflich. — Zur Färbung ganzer Thiere empfiehlt Grenacher eine Lösung von 2 bis 3 Proc. Carmin in einer 4 proc. Boraxlösung, zu der man ein gleiches Volumen 70 proc. Alkohols zusetzt. Man lässt die Thiere bis zu vollständiger Durchfärbung in der Lösung und wäscht sie dann in Wasser aus, dem man auf 100 ccm 4 bis 6 Tropfen Salzsäure zugesetzt hat.

Ammoniakhaltiges Pikrocarminat. Ranvier'sche Formel dieses allgemein angewandten Färbemittels: Man neutralisirt eine concentrirte Lösung von Pikrinsäure mittelst einer concentrirten Lösung von Carmin in Ammoniak und dampft in mässiger Wärme bis zu einem Volumen von $^1/_5$ ab. Die erkaltende Lösung bildet einen wenig Carmin enthaltenden Niederschlag, den man abfiltrirt. Die weiter abgedampfte Flüssigkeit liefert ein krystallinisches Pulver aus Pikrocarminat von rother Ockerfarbe, das sich vollständig in Wasser löst. Man benutzt eine 1 proc. Lösung.

Die Präparate nehmen die doppelte Färbung des rothen Carmins und der gelben Pikrinsäure an. Man kann letztere durch wiederholte Waschungen mit Wasser ausziehen.

Cochenille-Tinctur (Paul Mayer). Diese Tinctur giebt eine dem Carmin ähnliche Färbung und ist besonders für solche Fälle zu empfehlen, wo die anderen Färbemittel nicht leicht eindringen, wie z. B. für Gliederthiere mit Chitinhüllen. Man erhält die Tinctur, indem man pulverisirte Cochenille mit 70 proc. Alkohol während mehreren Tagen behandelt. Der Alkohol löst 8 bis 10 Proc. Farbestoff auf. Die filtrirte Lösung hat eine tiefrothe Farbe. Man kann sie ohne Weiteres für in gleichprocentigem Alkohol behandelte Gegenstände verwenden. Schnitte und kleine Thiere sind in wenigen Minuten durchgefärbt. Man kann die Einwirkung auf Schnitte verzögern, indem man die Lösung mit Wasser verdünnt. Ueberfärbung entfernt man durch wie-

derholte Waschungen mit kaltem oder selbst warmem Alkohol von 70 Proc. Kerne und Protoplasma werden intensiv gefärbt. Alkohol von stärkeren Concentrationsgraden als 70 Proc. löst weniger Cochenille auf und die Flüssigkeiten sind zu wenig gefärbt, um benutzt werden zu können. Säuren geben der Farbe einen gelblichen, kaustische Alkalien einen bläulichen Ton. Metallsalze bilden bläuliche, bräunliche oder grünliche Niederschläge, die benutzt werden können. Behandelt man z. B. ein schon mit Cochenille gefärbtes Präparat mit einer weingeistigen Lösung eines Eisen- oder Kalksalzes, so wird die rothe Färbung tief blau. Diese Färbung tritt zuweilen ungesucht auf, wenn Kalksalze sich in dem lebenden Organismus finden und ist dann von der blauen, durch Hämatoxylin hervorgebrachten Farbe schwer zu unterscheiden. Präparate, die mit Chrom- oder Pikrinverbindungen erhärtet wurden, färben sich mit Cochenille recht gut.

Hämatoxylin, der Farbstoff des Campecheholzes. Findet sich im Handel in Gestalt braunrother Krystalle. Bereitung: Man macht eine Lösung von 0,35 Thln. Hämatoxylin in 10 Thln. absoluten Alkohol und eine andere von 0,10 Thln. Alaun in 30 Thln. Wasser. Man tröpfelt so viel von der ersten Lösung in die zweite, bis die Flüssigkeit eine gesättigt violette Farbe angenommen hat. Diese Flüssigkeit färbt sehr intensiv und kleinere Objecte dürfen nur wenige Minuten darin bleiben; dagegen entfärben sich die Präparate nach und nach selbst in Canadabalsam. Die Flüssigkeit zersetzt sich sehr leicht und verschimmelt, so dass man sie am besten zu jedesmaligem Gebrauch frisch bereitet.

Kleinenberg's Hämatoxylinlösung, welche die Kerne vollständiger färbt und besser hält, wird folgendermaassen hergestellt. Man bereitet eine gesättigte Lösung von Chlorcalcium in 70 proc. Alkohol und versetzt dieselbe bis zur Sättigung mit Alaun, setzt dann dieser Lösung 6 bis 8 Vol. 70 proc. Alkohol und dann eine um so grössere Menge von in absolutem Alkohol gelöstem Hämatoxylin zu, eine je intensivere Färbung man erzielen will. Nach der Färbung werden die Präparate in 90 proc. Alkohol ausgewaschen.

Kleinere Thiere werden am besten mit schwachen Hämatoxylinlösungen behandelt, die Färbung geschieht weit langsamer, ist aber regelmässiger. Ueberfärbte Präparate dürfen nicht mit Alkohol, sondern nur mit der Alaunchlorcalciumlösung ausgewaschen werden. Man kann indessen auch mit Oxalsäure (Kleinenberg) oder Salzsäure (Paul Mayer) angesäuerten Alkohol zum Waschen verwenden. Die violette Färbung wird roth, erhält aber durch erneute Waschung mit reinem Alkohol die ursprüngliche Farbe.

Die Hämatoxylinlösung wird zuweilen durch Entwicklung von Säure roth, kann aber dann durch Verstopfung des Glases mittelst eines in Ammoniak getränkten Stöpsels in normaler Farbe hergestellt werden.

Quinoleinblau. Wir verwenden es nach der von Ranvier in seinem „Traité technique“ gegebenen Formel. Man löst das Quinolein in 36 proc. Alkohol und fügt der Lösung 1 Vol. Wasser zu. Würde das Wasser sogleich dem Alkohol zugefügt, so bliebe das Quinolein ungelöst. Dieses Blau hat eine sehr grosse Färbekraft und lässt sich in sehr verdünnten Lösungen verwenden. Man kann es sowohl für frische als auch für in Alkohol oder Pikrinsäure gehärtete Präparate verwenden. Die gefärbten Präparate werden in Wasser ausgewaschen und in Glycerin aufbewahrt. In manchen Fällen kann man die mit Quinolein gefärbten Präparate vortheilhaft mit einer 40 proc. Lösung von Aetzkali behandeln. Es findet dann sofort eine vollständige Selection statt; die Kerne bleiben ungefärbt, das Zellenprotoplasma, Muskel- und Nervensubstanz werden hellblau, das Fett tiefblau.

Anilinfarben. Wir müssen hier noch die bekannte, von Hermann und Flemming eingeführte Färbungsmethode der Zellenkerne erwähnen, wozu Anilinfarben verwendet werden und welcher Flemming so schöne Erfolge verdankt. Die Methode kann nur für Schnitte und sehr kleine Objecte in Anwendung kommen. Man fixirt zuerst die Präparate mit Chromsäurelösung von 0,1 bis 0,5 Proc., wäscht sie dann sorgfältig in destillirtem Wasser aus und bringt sie hierauf in eine Anilinlösung in absolutem Alkohol, worin sie 12 bis 24 Stunden liegen bleiben. Man kann verschiedene Anilinfarben hierzu verwenden.

Nach der Färbung wäscht man die Präparate in gewöhnlichem Weingeist aus und bringt sie dann in ein weisses Porzellanschälchen mit absolutem Alkohol, worin man sie so lange schüttelt, bis keine Farbe mehr ausgezogen wird. Die Kerne färben sich sehr schön. Wir verweisen hinsichtlich der Einzelheiten auf Flemming's Abhandlung. (Ueber das E. Hermann'sche Kernfärbungsverfahren. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XIX. 1881, S. 317.)

Jodtinctur lässt sich sehr gut für Färbung von Muskeln und Fettkörpern verwenden, vorzüglich bei Gliederthieren. Da aber das Jod sich schnell verflüchtigt, so kann die Tinctur nicht zur Anfertigung von Dauerpräparaten verwendet werden, sondern nur zu vorübergehender Erforschung. Etwas haltbarer ist die Ranvier'sche, mit Jod gesättigte Lösung von 2 Thln. Jodkalium in 100 Thln. Wasser.

Salpetersaures Silberoxyd (Höllensteinlösung). Man verwendet es in 1 proc. Lösung, die je nach Bedarf verdünnt werden kann, in einzelnen Fällen. Zur Untersuchung der Endothelien unentbehrlich. Man lässt die Theile einige Zeit in der Lösung und setzt sie dann dem Lichte aus, welches das Silber an den Contouren der Zellenwände reducirt und ein schwarzes Netzwerk sehen lässt. Die Behandlung ist sehr umständlich und wir verweisen hinsichtlich der dabei einzuhaltenden Vorsichtsmaassregeln auf die histologischen Lehrbücher (Ranvier, Traité technique p. 104).

Goldchlorid. Vortrefflich zur Untersuchung des Nervensystems der Coeleuteraten. Die 1 bis 2 proc. Lösung muss in schwarzen Fläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel vor dem Lichte bewahrt werden. Es ist noch nicht gelungen, allgemeine Regeln für die Anwendung dieses werthvollen Reagens aufzustellen; jeder Fall bedarf einer besonderen Technik, worüber die Originalabhandlungen einzusehen sind.

D. Injectionsmassen.

Man wendet Injectionen zur Untersuchung der Wasser-, Blut- und Lymphgefässe und zur Darstellung der interstitiellen Hohlräume zwischen den Geweben an. Der Anfänger muss lernen, Injectionen mit der Handspritze in Canälen verschiedener Dicke zu machen. Wir verweisen auf die technischen Handbücher hinsichtlich der Beschreibung und Anwendung der zahlreichen Apparate mit constantem oder wechselndem Drucke, welche den Handdruck durch regelmässige Wirkung ersetzen und in neuester Zeit empfohlen worden sind. Wir erwähnen nur die gebräuchlichsten Injectionsmassen.

Kalte Massen. Wenn man nur die Vertheilung der kleineren Gefässe in Präparaten studiren will, die nicht aufbewahrt werden sollen, so kann man irgend einen beliebigen, zu feinstem Pulver zerriebenen festen Farbestoff verwenden, den man in Wasser, Alkohol oder noch besser in einer Mischung von 2 Thln. Glycerin, 1 Thl. Wasser und 1 Thl. Weingeist suspendirt. Handelt es sich aber darum, die Präparate aufzubewahren, so muss eine dichtere Flüssigkeit verwendet werden, die sich später erhärtet. Eine solche, zugleich leicht eindringende und fest werdende Masse ist noch zu finden. Wir benutzen meist eine gut filtrirte Lösung von arabischem Gummi, die um so gesättigter sein muss, je grösser die einzuspritzenden Gefässe sind und in welcher man Chromgelb, Carmin oder Berlinerblau suspendirt. Da das Chromgelb leicht Klümpchen bildet und sich nicht so fein pulverisiren lässt, so wählt man zur Injection von Capillaren am besten die letztgenannten Farbstoffe. Anilinfarben sind zu vermeiden, da sie meist nur in Weingeist löslich sind, der das Gummi gerinnen macht und ausserdem in die Gewebe diffundiren, so dass die Capillaren sich nicht mehr unterscheiden lassen.

Das frisch injicirte Thier wird in Weingeist gebracht, der das Gummi gerinnen macht und ihm einige Consistenz giebt. Freilich bilden sich besonders in grösseren Gefässen durch die Coagulation des Gummis oft Hohlräume und die Continuität beeinträchtigende Lücken. Bei der Anwendung von Eiweiss, welches ebenfalls durch Weingeist oder Wärme zum Gerinnen gebracht wird, ist dieses aber in noch höherem Grade der Fall.

Warme Massen. Diese bei gewöhnlicher Temperatur meist wachsfesten Massen werden zwischen 30 bis 50° C. flüssig. Das zu injicirende Thier muss also vorher, am besten in einem Wasserbade von 40° C. so lange gehalten werden, bis alle Theile vollständig durchwärmt sind. Je nach der Grösse wechselt die dazu nöthige Zeit.

Zur Einspritzung der grösseren Gefässe dienen die alt hergebrachten Massen von Talg und Oel, die mit Oelfarben gefärbt sind.

Besser dringen die Leimmassen ein, die mit einem der oben angeführten Farbstoffe verrührt sind. Die Lösungen dürfen nicht zu concentrirt sein. In den meisten Lehrbüchern werden die Leimmassen zu dicht angegeben. 1 Thl. Gelatine auf 10 bis 20 Thle. Wasser ist vollkommen hinreichend. Je wässeriger der Leim, desto besser dringt er ein. Die Lösung muss im Wasserbade bereitet und sorgfältig durch Flanell oder Musselin filtrirt werden.

Gelbe Leimmasse nach Thiersch. Man giesst 20 ccm einer gesättigten Lösung von doppeltchromsaurem Kali in 80 ccm Leimlösung. Andererseits mischt man 40 ccm einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Bleioxyd mit 80 ccm Leimlösung. Man mischt beide warm gehaltene Flüssigkeiten, während man sie beständig mit einem Glasstabe umrührt.

Nach Frey kann man das salpetersaure Bleioxyd folgendermaassen durch Bleiessig ersetzen. Man mischt eine Lösung von 36 Thln. neutralem essigsaurem Bleioxyd in 50 Thln. Wasser mit einer Lösung von 15 Thln. doppeltchromsaurem Kali in 50 Theilen Wasser, lässt den Niederschlag absetzen, wäscht ihn mehrmals aus und rührt ihn dann in die Leimlösung ein.

Für andere Farben benutzt man am besten die im Handel in Bleiröhrchen zu findenden Aquarellfarben.

Robin'sche Masse. 40 Thle. Talg, 40 Thle. Walrath, 10 Thle. weisses Wachs, 15 Thle. Terpentinöl werden sorgfältig in der Wärme zusammengemischt und die nöthige Menge von Oelfarbe zugefügt. Die Masse schimmelt leicht; um dies zu verhüten, bewahrt man sie in einem verschlossenen Glasgefässe unter Weingeist auf.

Mojsisovies von Mojsvar empfiehlt für grössere Thiere folgende Masse: 420 g gelbes Wachs, 335 g Talg, 210 g Terpentinöl, 210 g Zinnober. Man schmilzt den Talg mit dem Wachs in einer Schale zusammen, bis sie vollkommen flüssig sind und fügt dann unter beständigem Umrühren den im Terpentinöl zerriebenen Zinnober zu.

Lösliches Berlinerblau, sehr intensiv blau färbend, kann mit allen wässerigen Injectionsmassen verwendet werden, sowie auch allein bei Untersuchungen. Die Bereitung dieses nicht im Handel vorkommenden Farbstoffes ist bei Ranvier (Traité p. 119) nachzusehen.

Mikroskopische Präparate.

Kleinere Thiere und Larven, Zupfpräparate und ganz besonders feine Schnitte werden auf einer Glasplatte, dem Objectträger, in eine geeignete Erhaltungsflüssigkeit gebettet und mit einem Deckgläschen bedeckt. Eine Sammlung solcher Präparate ist äusserst nützlich und jeder Naturforscher muss eine solche herstellen können. Wir geben die nothwendigsten allgemeinen Regeln; die Technik kann nur durch Uebung erworben werden.

Die beiden gebräuchlichsten Erhaltungsmittel sind Canadabalsam und Glycerin.

Der im Handel vorkommende **Canadabalsam** ist eine harzige, durchsichtige Flüssigkeit. Man wählt am besten eine Sorte, deren Brechungsvermögen des Lichtes demjenigen des Glases gleichkommt, und erkennt dies daran, dass ein hineingesteckter Glasstab unsichtbar wird. Der Balsam löst sich in Terpentinöl, Benzin und Chloroform. Letztere beiden Lösungsmittel verdunsten sehr rasch, so dass der Balsam schneller trocknet als im Terpentinöl. Da das Chloroform so rasch verdunstet, dass der Balsamtropfen, in welchen man ein Präparat bringen will, sich schon an der Oberfläche erhärtet, ehe man Zeit hat, das Präparat einzulegen, so wird man in den meisten Fällen das Benzin vorziehen.

Da der Balsam sich nicht mit Wasser mischt, so muss das einzulegende Präparat vollständig entwässert sein. Man legt es zu diesem Behufe zuerst in gewöhnlichen, dann in absoluten Alkohol, den man mehrmals erneuert. Man entfernt den überschüssigen Alkohol durch Fliesspapier oder auch durch Abtropfenlassen auf der Fingerspitze und legt das Präparat dann in Terpentinöl, Nelkenöl oder Kreosot. Da der Alkohol den Balsam gerinnen macht, so muss er vollständig durch eine der genannten Flüssigkeiten ersetzt sein. Für Präparate, die kalkige Theile enthalten, darf das stets säuerliche Kreosot nicht verwendet werden. Für feine und zarte Präparate wird man das Nelkenöl dem Terpentinöl vorziehen, da letzteres sie bei längerem Verweilen durch Zusammenziehung entstellt.

Ist das Präparat ganz von einer der genannten Flüssigkeiten durchdrungen und durchsichtig geworden, so wird es in einen entsprechend grossen Tropfen von Balsam auf den Objectträger gebracht und mit dem Deckgläschen gedeckt. Sind an einigen Stellen Luftbläschen zurückgeblieben, so entfernt man diese, indem man mittelst einer Feder oder eines zweckmässig eingerichteten Gewichtes einen leichten, aber beständigen Druck auf das Deckgläschen wirken lässt.

Der Balsam trocknet im Innern nur sehr langsam. Die Ränder

des Präparates können seit Wochen erhärtet sein, während der Balsam im Innern noch flüssig ist. Man muss also die Präparate, die aussen herum nicht verkittet zu werden brauchen, während einiger Monate mit Vorsicht behandeln. Ist ein Ueberschuss von Balsam unter dem Deckgläschen hervorgequollen, so entfernt man ihn mit einem feinen Messer und reinigt die letzten Reste mit einem in Terpentinöl angefeuchteten Leinwandläppchen.

Feste Stoffe (Knochen, Zähne, Nadeln etc.) kann man in harten Balsam einbetten, den man durch mässige Erhitzung erweicht, indem man die Glasplatte wie das Deckgläschen erwärmt. Die Präparate werden sehr schnell hart beim Erkalten, so schnell, dass man Luftbläschen nicht durch Druck, sondern nur durch Eröffnen mittelst einer erhitzten Nadel beseitigen kann. Die ganze Manipulation erfordert bedeutende technische Geschicklichkeit und wird deshalb diese Präparationsmethode nur selten geübt.

Man kann zur Aufbewahrung in Balsam nur gefärbte Präparate verwenden, da in den ungefärbten die Gewebe durch den Balsam zu durchsichtig werden. Mit Ausnahme des Hämatoxylins halten alle übrigen Farbstoffe sehr gut in Balsam, ohne abzublassen.

In Terpentinöl aufgelöstes **Dammarharz** kann den Balsam in den meisten Fällen ersetzen und wäre, als farbloses Medium, dem stets gelblichen Balsam vorzuziehen, wenn es beim Trocknen nicht brüchig würde. Eine Mischung von gleichen Theilen Balsam und Dammarharz liefert vortreffliche Resultate.

Mastix in Tropfen, Kolophon und andere Harzlösungen sind ebenfalls, aber ohne Vortheil, versucht worden.

Das **Glycerin** wird allgemein zur Anfertigung von Wasser enthaltenden Präparaten angewandt. Reines Glycerin bringt Schrumpfung der Präparate hervor, da es mit Begierde das in den Geweben enthaltene Wasser an sich zieht; man muss die Präparate also zuerst in verdünntes Glycerin legen und nach und nach reines Glycerin zusetzen. Man wartet mit dem Decken einige Zeit, um die Luftbläschen an die Oberfläche steigen zu lassen. Die Farbstoffe blassen nach und nach in dem Glycerin ab. Um dies möglichst zu verhüten, setzt man dem Glycerin etwas Essigsäure (1 Tropfen auf 30 g) zu. Da das Glycerin nicht trocknet, so müssen die Präparate mit einer Verkittung von Paraffin etc. umzogen werden, wovon später die Rede sein wird. Die Ränder der Deckplatte müssen, um die Verkittung fest zu machen, vollkommen trocken und von Glycerin befreit sein. Man erreicht dies, indem man den Ueberschuss der Flüssigkeit mit einem Stückchen Fliesspapier aufsaugt und den Rand mit einem feinen, mit Weingeist befeuchteten Pinsel abwischt.

Farrant'sche Flüssigkeit. 0,11 g arsenige Säure werden in 35 g kochenden Wassers gelöst und nach dem Erkalten mit 35 g Gly-

cerin versetzt. Dann löst man in der Masse 35 g ausgesuchtes arabisches Gummi. Sie erhärtet weniger als der Balsam, aber doch hinlänglich, um eine Verkittung entbehren zu können; doch muss man immerhin bei dem Reinigen der damit gefertigten Präparate vorsichtig sein. Man kann nur mit Wasser befeuchtete Gegenstände darin aufbewahren; da der Alkohol das Gummi niederschlägt, so müssen sus dem Weingeist entnommene Gegenstände vorher sorgsam ausgewaschen werden.

Glycerin und Gelatine zu gleichen Theilen wird für Gewebe angewendet, die im reinen Glycerin zu durchsichtig würden. Man quellt die Gelatine in Wasser auf und löst sie durch Erwärmen im Glycerin auf. Die Mischung erhärtet hinlänglich, um die Verkittung der Präparate entbehrlich zu machen.

Durchschnitte.

Die Anfertigung von Schnitten ist unentbehrlich zum Studium der histologischen Structur eines Gewebes oder der Lagerung der Organe kleiner Thiere. Man fertigt die Schnitte aus freier Hand, wenn man nur einige nöthig hat, oder mit dem Mikrotom, wenn man Schnittserien von gleicher Dicke zu haben wünscht. Wir gehen auf die Beschreibung der Instrumente nicht ein; jeder Forscher hat sein eigenes System, das ihm bei gehöriger Uebung gute Resultate liefert. Wir wenden vorzugsweise das Handmikrotom von Ranvier und das Schlittenmikrotom von Spengel an. In neuerer Zeit hat man die Mikrotome bedeutend vervollkommnet und englische wie deutsche Fabrikanten stellen Instrumente her, welche Schnitte von $^1/_{200}$ mm Dicke mit Sicherheit anzufertigen gestatten. Wir verweisen hinsichtlich dieser verbesserten Instrumente auf die mikroskopischen Zeitschriften.

Die gehärteten Gewebe können direct in Stücken von Hollundermark geschnitten werden, deren Länge und Dicke durch das Instrument, das man anwenden will, bestimmt wird. Man kann das Hollundermark durch in Alkohol gehärtete Stücke von Kalbs- oder Schafleber ersetzen. Die Klinge des Rasirmessers muss stets mit Weingeist befeuchtet sein, um das Aufrollen der Schnitte zu verhüten. Man färbt und präparirt die Schnitte einzeln.

Zarte Gegenstände, die keinen Druck vertragen können, müssen mit arabischem Gummi, Leim oder noch besser mit Collodion in entsprechende Höhlungen des gespaltenen Hollundermarkes eingeklebt werden. Man bedeckt das Object mit mehreren Schichten dieser Substanzen, bis es vollkommen eingebettet ist, fügt die beiden Hälften des

Hollundermarkes zusammen und lässt trocknen. Man schneidet dann und entfernt die Klebmasse von den Schnitten mit lauem Wasser (Gummi und Leim) oder mit Aether (Collodion).

Diese für die Histologie zureichenden Methoden genügen nicht, wenn es sich darum handelt, die Lagerung der Organe im Verhältniss zu den Höhlen des Körpers zu studiren (z. B. Amphioxus, Embryonen etc.). In solchen Fällen müssen Massen angewendet werden, welche in die Körperhöhlen eindringen, sie ausfüllen und durch ihre Erhärtung die Organe in ihrer wechselseitigen Lage erhalten. Unter den zahlreichen angewendeten Substanzen, die in der gewöhnlichen Temperatur erhärten oder umgekehrt in der Wärme, erwähnen wir nur drei.

Paraffin. Allgemein angewendet und sehr zufriedenstellend, wenn man genau die anzugebenden Vorsichtsmaassregeln befolgt. Nehmen wir an, es sei ein Embryo vom Hühnchen zu behandeln. Nachdem man ihn in Kleinenberg'scher Flüssigkeit oder Sublimatlösung fixirt hat, wäscht man ihn wiederholt in Alkohol von 70, von 90 Proc. und schliesslich in absolutem Alkohol, in welchem er 24 Stunden verweilt. Dann wird er für einige Stunden in Nelkenöl, Kreosot oder Benzol gebracht, bis er durchsichtig geworden ist und schliesslich in Paraffin getaucht, das im Wasserbade geschmolzen ist. Es ist von höchster Wichtigkeit, dass das Paraffin kaum über den Schmelzpunkt erwärmt ist; zu heisses Paraffin bringt entstellende Schrumpfungen hervor. Man versucht den Wärmegrad, den man durch wiederholte Versuche besser als durch das Thermometer bestimmt, indem man mit der Pincette einen Tropfen des geschmolzenen Paraffins herausnimmt. Er muss augenblicklich erstarren. Man lässt den Embryo, je nach seiner Grösse, eine viertel bis halbe Stunde in dem Paraffin, bis er vollkommen durchtränkt ist und bringt ihn dann in ein mit geschmolzenem Paraffin gefülltes Uhrglas, Papierkästchen oder sonstiges Gefässchen, in dem man ihn langsam erkalten lässt, nachdem man ihn mittelst einer erwärmten Nadel in der für die Schneidung zweckmässigen Lagerung orientirt hat.

Das erstarrte Paraffin bildet mit dem Embryo eine Masse, die man leicht so zuschneiden kann, dass sie ein für die Zange des Mikrotoms geeignetes Prisma bildet, welches man in feine Schnitte zerlegt, deren jeder einen in Paraffin eingebackenen Durchschnitt des Embryo enthält. Man bringt die Schnitte in numerirter Reihenfolge auf den Objectträger und sucht zuerst das Paraffin zu entfernen, ohne die Reihenfolge zu stören. Man erwärmt zuerst die Glasplatten mässig, um das Paraffin zu erweichen, wodurch die Schnitte an dem Glase ankleben, dann pinselt man mit einem in Terpentinöl getauchten Pinsel vorsichtig das Paraffin weg. Ist dieses geschehen, so deckt man das Deckgläschen auf und lässt in Terpentinöl gelösten Canadabalsam langsam einfliessen. Ist das zu Gebote stehende Paraffin zu hart, so kann

man es durch einige Tropfen Olivenöl oder Vasselin erweichen und sein Penetrationsvermögen durch einige Tropfen Terpentinöl erhöhen.

Die Einschliessungsmethode in Paraffin ist durch Giesebrecht (Zur Schneidetechnik. Carus Anzeiger, 12. Septbr. 1881, p. 483) wesentlich verbessert worden. Das gehärtete Object wird in ein Cylinderglas mit absolutem Alkohol gebracht und nun mit einer Pipette Chloroform langsam von unten her zugefügt, welches den leichteren Alkohol verdrängt. Das Object sinkt nach und nach in das Chloroform und ersetzt dabei seinen Alkohol durch Chloroform. Sobald es untergesunken, die Verdrängung geschehen ist, wird der Alkohol abgehoben und das Object im Chloroform allmählich zum Schmelzungspunkte des Paraffins erwärmt. Während dessen thut man nach und nach Stückchen Paraffin hinein. Sobald keine Dampfbläschen mehr aufsteigen, ist das Chloroform ohne Schrumpfung des Objectes durch das Paraffin verdrängt.

Die geschnittenen Objecte werden auf Objectträger gebracht, die man vorher mit einer dünnen, gleichmässigen Schicht von Schellack überzogen hat. Diese Schicht wird um so tauglicher, je heller der verwandte braune Schellack ist, den man in absolutem Alkohol gelöst und filtrirt hat. Die Lösung darf nicht concentrirt sein; der Objectträger wird angewärmt und mittelst eines dicken Glasstabes, den man der Länge nach darüber hinführt, die Schicht ausgebreitet. Je dünner und gleichmässiger diese Schicht, desto besser. Ehe man die Schnitte darauf zu ordnen beginnt, bestreicht man den Schellacküberzug vermittelst eines Pinsels ganz dünn mit Kreosot oder Nelkenöl und legt dann die Schnitte mit möglichst wenig Paraffin darauf. Sodann setzt man das Objectglas mit den Schnitten etwa eine viertel Stunde auf einem Wasserbade der Schmelztemperatur des angewandten Paraffins aus. Durch die Wärme gehen Nelkenöl oder Kreosot an den Rand des Objectträgers, wo man sie abwischen kann. Man erwärmt so lange, bis sie gänzlich verdampft sind. Ist dies geschehen, so sind die Schnitte durch den Schellack so gut fixirt, dass man nun Terpentin frei darüber laufen lassen und damit das Paraffin lösen kann, ohne sie aus der Lage zu bringen. Nach Einschluss in Canadabalsam lässt sich von dem Schellacküberzug, sofern er dünn und gleichmässig war, nichts mehr wahrnehmen. Nach Caldwell kann man statt der alkoholischen Lösung von Schellack eine solche in Kreosot benutzen.

Pölzam's Seifenmasse. Man hobelt gewöhnliche Seife zu feinen Spänen, die man mehrere Tage dem Sonnenlicht aussetzt, bis sie weiss geworden sind, dann pulvert man sie fein und vermischt sie mit Spiritus zu einer breiförmigen Masse. Man mischt 10 Gewichtstheile dieser Masse mit 22 Thln. Glycerin und 35 Thln. 90 proc. Alkohol und lässt das Ganze sieden, bis man eine vollkommen durchsichtige, syrupähnliche etwas gelbliche Flüssigkeit erhält, mit welcher man die Objecte

übergiesst. Die Masse erhärtet bald, ist vollkommen durchsichtig und lässt sich leicht schneiden. Man entfernt den Ueberschuss mit warmem Wasser oder verdünntem Alkohol und hebt die Präparate in Glycerin oder Farrant'scher Lösung auf. (Salensky, Morphol. Jahrbuch v. Gegenbaur. Vol. III, 1877, p. 558.)

Eiweiss. Für topographische Studien sehr verwendbar. Man legt das vorgängig mit einer wässerigen Farbenlösung gefärbte Object in Eiweiss, in dem es wegen des langsamen Eindringens des Eiweisses mehrere Stunden wenigstens liegen muss, bringt es dann in eine Kapsel mit Eiweiss, die man, um das Austrocknen der Oberfläche zu verhüten, am besten mit einem Glastrichter deckt und erwärmt nun im Wasserbade bis fast zur Siedhitze. In einer Viertelstunde etwa ist das Eiweiss geronnen. Man legt das Käpselchen in gewöhnlichen Weingeist, den man mehrmals wechselt und schliesslich in absoluten Alkohol.

Das Eiweiss wird hart wie Knorpel und lässt sich sehr fein schneiden. Die eingebetteten Stücke erhalten sich unverändert lange Zeit im Alkohol, so dass man sich mit dem Schneiden nicht zu eilen braucht. Wenn das Object nicht orientirt sein sollte, so kann man das erhärtete Stück Eiweiss in Nelken- oder Terpentinöl legen, worin es nach einigen Stunden so durchsichtig wie Bernstein wird. (Selenka im Carus Anzeiger 1878, p. 130.)

In Alkohol gehärtete Stücke können nur dann mit Eiweiss behandelt werden, wenn vorher der Weingeist vollständig mit Wasser ausgezogen ist. Solche Präparate sind aber nur zum Studium der gegenseitigen Lage der Organe, nicht zu histologischen Untersuchungen brauchbar, weil die zuerst im Weingeist geschrumpften, dann im Wasser wieder aufgequollenen Gewebe zu grosse Veränderungen eingehen.

Verkittung der Präparate.

Die Glycerinpräparate müssen verkittet werden. Gewöhnlicher **Asphaltlack** (Asphalt mit Terpentinöl) wird am häufigsten verwendet; man bestreicht den Rand mit einem Pinsel in der Weise, dass Objectträger und Deckplättchen zugleich mit einer zusammenhängenden Schicht verkittet werden. Da er leicht Risse bekommt, so räth Ranvier, den Lack lange Zeit im Wasserbade zu kochen. Es ist zu rathen, mehrere feine Schichten in Intervallen aufzutragen.

Feinster Siegellack in Weingeist aufgelöst bis zur Syrupsconsistenz kann den Asphaltlack für Präparate ersetzen, die nicht mit Carmin gefärbt sind. Der Weingeist diffundirt leicht in das Präparat und schlägt den Carmin nieder.

Für Präparate, die nicht transportirt werden sollen, genügt **Paraffin,** das leicht weggenommen werden kann. Man erhitzt ein Eisen-

stäbchen und nimmt damit vom Paraffin, das bei 50° C. schmilzt, einen Tropfen, den man mittelst des geneigten Stäbchens so an eine Ecke des Präparates laufen lässt, dass Deckgläschen und Objectträger verkittet sind. Nachdem man so die vier Ecken befestigt hat, füllt man in derselben Weise die Zwischenräume längs der Ränder. Hierauf erhitzt man das Stäbchen aufs Neue und indem man es parallel den Rändern horizontal auf das Paraffin wirken lässt, verbreitet man dieses in der Weise, dass das Paraffin 2 bis 3 mm über den Rand des Deckgläschens und etwa ebensoviel auf den Objectträger übergreift. Während der ganzen, auf allen Seiten wiederholten Operation muss das Präparat genau horizontal gehalten werden, um ungleiche Anhäufungen des geschmolzenen Paraffins zu vermeiden. (Ranvier, Technique, p. 140.)

Im Handel kommen verschiedene, in den Laboratorien gebräuchliche Lacke vor (Bourguignonlack, Maskenlack etc.), deren jeder seine Vorzüge und Nachtheile hat.

Zellen.

Zarte Präparate, die durch den Druck der Decklamelle leiden könnten, oder solche von etwas grösserer Dicke müssen in Zellen eingeschlossen werden. Wir benutzen ausschliesslich runde, ovale oder viereckige Glaszellen, die mit einem besonderen Lack fest auf den Objectträger aufgekittet sind. Man findet sie mit den entsprechenden Deckgläschen in beliebiger Form, Grösse und Dicke im Handel. Wir benutzen die von Professor Denis Monnier erfundenen Glaszellen, welche von Cogit (Lerebours et Secrétan, opticiens, quai de l'Horloge-Paris) oder von Madame Vve. Crozet, place des Grottes E. 63 in Genf bezogen werden können. Sobald die Objecte in einem Tropfen der Conservirungsflüssigkeit eingebettet sind, wird das Deckplättchen mit einem der angegebenen oder einem besonderen, im Handel vorkommenden Lack festgekittet.

Literatur. H. Frey, Das Mikroskop. — Ch. Robin, Traité du Microscope. Paris 1871. — H. Grenacher, Einige Notizen zur Tinctionstechnik, besonders zur Kernfärbung. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XVI, 1879. — Paul Mayer, Ueber die in der zoologischen Station zu Neapel gebräuchlichen Methoden zur mikroskopischen Untersuchung. Mittheil. aus der zool. Station zu Neapel. Bd. II. — A. Moijsisovics von Mojsvar, Handbuch der Zootomie. 1881. — Ranvier, Traité technique d'histologie. Paris 1882.

Das Protoplasma.

Die Basis aller pflanzlichen und thierischen Bildung ist das Protoplasma oder die Sarcode, eine weiche, plastische, amorphe Substanz, welche leicht Flüssigkeit einsaugt und in ihrer chemischen Zusammensetzung, wie in ihrer mikroskopischen Beschaffenheit vielfach wechselt. Ein wahrer Proteus kann das Protoplasma die verschiedensten Formgestaltungen annehmen, die scheinbar heterogensten Stoffe assimiliren, die mannigfaltigsten Verbindungen eingehen.

Seine chemische Zusammensetzung ist äusserst unbeständig. Wenn ihm stets eine complexe Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor zu Grunde liegt, so wird man in der Natur niemals eine Protoplasmasubstanz finden, welche nicht verschiedene mineralische Stoffe, Kiesel, Kalk, Kali und selbst Eisen so gebunden enthielte, dass wir sie als zu seiner Existenz nöthige Stoffe betrachten müssen.

Wenn das Protoplasma sich ursprünglich und wohl ohne Ausnahme in dieser complexen Verbindung darstellt, welche allen Proteïn- oder Eiweissstoffen zukommt, so müssen wir beifügen, dass wir in der Natur kein Protoplasma vorfinden, welches nicht durch Spaltung Alkaloide ohne Schwefel und Phosphor oder stärkemehlige und Zucker enthaltende Verbindungen ohne Stickstoff oder endlich nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzte Fettstoffe gebildet hätte.

Dieselbe Variabilität findet sich hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften; sie wird hauptsächlich durch die grössere oder geringere Quantität Wasser bedingt, welche es in sich aufgenommen hat. So finden wir einerseits vollständig flüssiges Protoplasma, welches fast wie Wasser fliesst, anderseits halbweiches oder ganz starres Protoplasma, das durch Entziehung von Wasser oder Aufnahme mineralischer Stoffe sich erhärtet hat.

Diese äussersten Zustände sind indessen stets das Resultat geschehener Umwandlungen und in den ursprünglichen Formelementen

der organischen Körper finden wir das Protoplasma stets in Gestalt einer weichen, plastischen Substanz, deren Consistenz im Inneren etwa derjenigen des Honigs oder des Eiweisses gleichkommt. Man kann sich leicht überzeugen, dass die lebende Substanz in diesem Zustande, dem man speciell den Namen Sarcode beilegte, ein grosses osmotisches Vermögen hat; sie quillt in Flüssigkeiten auf, welche ihr Wasser abgeben, schrumpft dagegen zusammen und coagulirt sogar in solchen, welche ihr Wasser entziehen. Die verschiedenen, heut zu Tage angewendeten Härtungsmethoden der Gewebe beruhen, wie wir gesehen haben, auf dieser Eigenschaft des Protoplasma und der ihm entstammenden Substanzen.

Unter dem Mikroskope erscheint das ursprüngliche, nicht differenzirte Protoplasma als eine helle, durchsichtige, mit ausserordentlich feinen Granulationen erfüllte Substanz, welche unsere besten Instrumente nicht aufzulösen vermögen. Es giebt Fälle, wo diese Granulationen ganz fehlen und das Protoplasma vollkommen homogen und durchsichtig erscheint, wie z. B. in den jungen Eiern oder Keimen vieler, besonders der niederen Thiere.

Aber diese Homogeneität hält selten lange an, und meistens füllt sich die ursprünglich durchsichtige Sarcode wenigstens theilweise mit Körnchen, die bald in der Mitte, noch häufiger in den peripherischen Schichten der Masse sich anhäufen. Letzteres geschieht besonders gern, wenn das Protoplasma den Inhalt einer Zelle bildet und in einer Zellenwand eingeschlossen ist, an deren Innenseite die Granulationen sich absetzen, während bei den von nacktem Protoplasma gebildeten Wesen die Anhäufung eher im Inneren stattfindet. Diese entgegengesetzten Anhäufungen lassen dann leicht zwei nicht vollständig abgegrenzte Schichten des Protoplasma erkennen: eine äussere, das Ectosark und eine innere, das Endosark.

Das Protoplasma kann der Sitz zahlreicher innerer Differenzirungen sein, worunter namentlich mehr oder minder unbestimmte Concentrationen in Form von Schlieren, Zügen, Knötchen, die bald in regelmässigen Richtungen geordnet, bald zerstreut sind oder in Form von Maschen, knotigen Netzen, Sternfiguren oder Nebelflecken sich darstellen. Häufig findet man gefärbte Pigmentkörnchen, lichtbrechende Kügelchen, fettähnliche Tropfen oder Mineralsubstanzen in krystallinischer oder amorpher Form. Wir werden bei Gelegenheit der Protozoen auf diese Bildungen zurückkommen.

Die Contractilität ist einer der wesentlichsten Charaktere des lebenden und freien Protoplasma. Seine einzelnen Theilchen sind im höchsten Grade verschiebbar. Das Endosark folgt durch hin- und hergehende Strömungen den Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Ectosark und diese Beweglichkeit wird einestheils durch die Strömungen der Körnchen, anderseits durch die Ausstrahlungen von Fortsätzen

sichtbar, die man Pseudopodien genannt hat. Diese Pseudopodien können die verschiedensten Formen zeigen; bald gleichen sie Bruchsäcken oder Anschwellungen, bald sind sie einfach gegabelt, abgerundet, mehr oder minder verzweigt und können zu oft verwickelten Netzfiguren mit einander zusammenfliessen.

Die Aussendung von Pseudopodien steht meist in Verbindung mit Bewegungen des Endosark, das in mehr oder minder lebhafter Strömung nach den Punkten fliesst, wo die Fortsätze sich zu bilden anfangen und je mehr diese sich verlängern, desto deutlicher werden die Strömungen der Körnchen nach der Peripherie hin.

Die Thatsache des Zusammenfliessens der Pseudopodien, die in vielen Fällen leicht zu beobachten ist, beweist unwiderleglich, dass sie keine Umhüllungshaut besitzen und nur aus plastischer Substanz gebildet sind. Wir müssen sie also als Protoplasma ansehen, das gewissermaassen in einer gegebenen Richtung fliesst, zusammenschmilzt und häufig an den Glastäfelchen anklebt, auf welchen man die Thiere beobachtet.

Das Protoplasma besitzt ausserdem die Eigenschaft, chemisch auf die organischen Substanzen zu wirken, mit denen es in Berührung kommt und zwar in einer so zersetzenden Weise auf dieselben einzuwirken, dass man den Vorgang eine Verdauung nennen kann. Die Gegenstände, die es umhüllt, verändern sich; die Algenfäden entfärben sich, ihre Zellen fallen aus einander, der Inhalt verschwindet. Die Panzer der Diatomeen, kleiner Crustaceen etc. leeren sich nach und nach, während die im Protoplasma enthaltenen Granulationen sich vermehren, und schliesslich werden die vollkommen rein geputzten Panzer ihres sämmtlichen organischen Inhaltes ledig ausgeworfen. Man kann diese Vorgänge leicht bei niederen Organismen, den Moneren z. B. verfolgen; sie beweisen, dass das Protoplasma die Assimilationsfähigkeit, diese Grundlage der Ernährung, in hohem Grade besitzt.

Endlich besitzt das Protoplasma die Fähigkeit, sich durch wiederholte Theilungen fortzupflanzen; ein Tropfen der Substanz bildet durch Theilung zwei einander ähnliche Tröpfchen, die unter günstigen Aussenbedingungen wachsen. Bei der Behandlung der unter dem Namen der Protozoen bekannten niederen Thiere werden wir diese Vorgänge, die bei dem individualisirten Protoplasma sich abspielen, näher erörtern und zugleich die Differenzirungen, welche das Protoplasma erleidet, eingehender in das Auge fassen.

Die Protozoen im Allgemeinen.

Structur. Diese Wesen zeigen uns das Leben auf seiner niedersten Stufe. Sie sind fast ausschliesslich aus Protoplasma gebildet und unterscheiden sich durch den Grad der Differenzirung desselben.

Abgesehen von chemischen Veränderungen verstehen wir unter Differenzirung die Concentrirung oder Verdünnerung des Protoplasma an bestimmten Stellen des Körpers. Durch solche Erscheinungen spricht sich die erste Anbahnung zur Bildung eigentlicher Organe, das erste Streben zur Theilung der physiologischen Arbeit aus. Neuere Arbeiten haben uns über die mechanischen und physikalisch-chemischen Bedingungen belehrt, welche diese Differenzirung veranlassen.

Auf der untersten Bildungsstufe ist das Individuum auf jedem Punkte seines Körpers sich gleich und aus einem homogenen Protoplasma gebildet. Ohne die aus der Contractilität, dieser wesentlichsten Eigenschaft des lebenden Protoplasma hervorgehenden Veränderungen der Form, welche das Individuum eingeht, indem es nach allen Richtungen hin Pseudopodien hervortreibt, ohne die Körnchenströmungen, welche sich stets in der Masse zeigen, würde man diese Wesen kaum von einem Tröpfchen Eiweiss oder Blutserum unterscheiden können. Wir finden diese primitive Einfachheit bei einigen Gymnomoneren (Protamoeba).

Wir gehen auf die Discussion der Frage, ob diese Wesen den Thieren oder Pflanzen zuzurechnen seien, nicht ein. Je weiter wir in der Kenntniss der physiologischen Gesetze fortschreiten, welche die Lebensäusserungen bedingen, desto mehr sind wir gezwungen, anzuerkennen, dass es keine scharfe Grenze zwischen Thieren und Pflanzen giebt. Beide sind aus derselben Grundsubstanz gebildet und denselben Gesetzen unterworfen. Wir kennen keinen beständigen und leichtfasslichen Charakter, welcher Unterscheidungen zwischen diesen Urwesen möglich machen könnte. Auf diese Gründe gestützt, hat Haeckel eine zwischen beiden Reichen anzunehmende Zwischengruppe unter dem Namen der Protisten aufgestellt, welche alle jene Organismen begreift,

die nicht ungezwungen in das Pflanzen- oder Thierreich eingereiht werden können. So bequem diese Zwischengruppe für die Classificatoren der Zoologie und Botanik ist, die manchmal in Verlegenheit sind, so hat sie doch für uns, von dem von uns eingenommenen Standpunkt aus, nur einen secundären Werth. Jedenfalls sind uns ebenfalls Gruppirungen und Stützpunkte für unsere Untersuchungen deshalb nöthig, um eine gewisse Ordnung herstellen und die jetzt in der vergleichenden Anatomie herrschenden Anschauungen der Generationsfolgen hervorheben zu können. Wir bedürfen also einer Classification und ohne auf die obwaltenden Streitigkeiten in der Zoologie näher einzugehen, schliessen wir uns der von Bütschli in der zweiten Auflage von Bronns Thierreich angenommenen Classification an. Wir unterscheiden also in dem Kreise der Protozoen mit Bütschli zwei grosse Abtheilungen:

1) **Sarkodinen**: Aus Protoplasma gebildete Organismen, welche die Fähigkeit haben, Pseudopodien zu bilden, ohne Rücksicht auf ihre weiteren Differenzirungen. (Amoeben, Foraminiferen, Heliozoen, Radiolarien.)

2) **Infusorien**. Höher organisirte Protoplasmathiere mit mehr fixirter Form, deren Bewegungs- und Greiforgane wesentlich aus Wimpern bestehen (Infusorien).

Wir lassen auf diese Weise nothwendig eine gewisse Anzahl von Organismen bei Seite, deren Platz jetzt noch unentschieden ist, aber wohl durch spätere Untersuchungen bestimmt werden wird, während es jetzt noch nicht thunlich erscheint, sie der einen oder anderen Gruppe zuzutheilen [1]).

Die erste wesentliche Differenzirung, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen muss, ist eine nach zwei entgegengesetzten Richtungen erfolgende Verdichtung des Protoplasma. Gegen das Innere hin führt dieselbe zur Bildung eines Kernes (Nucleus), nach Aussen hin dagegen zur Bildung einer dichteren Schicht, Ectosark, welche wohl von einer ähnlichen Aussenschicht, der Cuticula, zu unterscheiden ist, die unter allen Umständen das Product einer Ausscheidung des Ectosark ist.

Diese Differenzirungen finden sich ebensowohl in der Entwicklung der Bildungselemente der höheren Thiere, wie in derjenigen der selbstständigen Organismen und um jede Verwirrung zu vermeiden, werden wir uns zur Bezeichnung der einzelnen Entwicklungsstufen der jetzt allgemein gebräuchlichen Namen bedienen.

Wir nennen also Cytoden solche unabhängige Protoplasmabildun-

---

[1]) Im Uebrigen werden wir meist der von Claus in seinem allgemein verbreiteten Lehrbuche der Zoologie angenommenen Classification folgen, wenn sie uns gleich nicht in allen Punkten entsprechend scheint.

gen, welche entweder noch undifferenzirt sind oder deren Differenzirung nur bis zu mehr oder minder deutlicher Unterscheidung von Ectosark und Endosark geht; Nucleoden, solche Individuen, bei welchen ein Kern vorhanden ist ohne Bildung einer äusseren Hülle und endlich Zellen solche Individuen, wo ausser dem Kern noch eine äussere Hülle oder Zellenwand nachgewiesen werden kann.

Der Kern tritt schon bei den Amoeben auf, er ist die erste Anlage eines Organes, die wir zu verzeichnen haben. Er zeigt sich in Form eines Kügelchens oder mehr oder minder platten Scheibchens, welches in oder neben dem Mittelpunkte des Protoplasmakörpers gelagert ist und spielt diesem gegenüber die Rolle des homologen Zellenkernes. Sein Verhalten verschiedenen Reagentien gegenüber beweist deutlich, dass er nicht nur in physikalischer Hinsicht differenzirt, sondern auch hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung, über welche wir indessen wenig Positives wissen, von dem umgebenden Protoplasma verschieden ist. So färbt er sich z. B. in einer selbst sehr verdünnten Lösung von Carmin lebhaft roth, während das umgebende Protoplasma ungefärbt bleibt. Der Kern hat demnach eine specielle Fähigkeit, sich mit dem Carmin zu verbinden, welche das undifferenzirte Protoplasma nicht besitzt. Letzteres quillt und hellt sich durch Einwirkung von Essigsäure auf, während der Kern, wenigstens während der ersten Zeit der Einwirkung, sich zusammenzieht und dunkler wird.

Die Contouren des Kernes sind häufig so scharf, dass man an die Existenz einer Hülle denken kann, die sogar in einigen Fällen eine gewisse Dicke zu haben scheint. Indessen ist diese Erscheinung nicht constant und in den meisten Fällen fehlt eine solche Hülle durchaus.

Selten zeigt sich der Inhalt des Kernes homogen oder gleichmässig granulirt. Selbst in solchen Fällen, wo er sich in dieser Weise darstellt, kann man mit Hülfe von Reagentien Differenzirungen nachweisen, auf welche wir zurückkommen werden.

Form, Grösse und Zahl der Kerne variiren in das Unendliche.

In der Mehrzahl der Fälle zeigt sich im Innern des Kernes ein noch kleineres, meist rundliches Körperchen, das übrigens auch fehlen kann und eine noch grössere Verwandtschaft zu dem Carmin hat als der Kern. Dies ist das Kernkörperchen (Nucleolus). Man unterscheidet es leichter in homogenen Kernen, wie z. B. den primitiven Eiern vieler Thiere, als bei den meisten Protozoen. Häufig finden sich in demselben Kerne mehrere Kernkörperchen, deren Form eben so wechselt als diejenige der Kerne selbst.

Kerne und Kernkörperchen finden sich, von den Amiben ab, bei allen Protozoen, lassen sich aber nicht immer leicht nachweisen. Bei vielen Foraminiferen hat man sie bis heute vergebens gesucht, aber da sie bei mehreren Gattungen dieser Classe sich vorfinden, darf man wohl auf ihr allgemeines Vorkommen schliessen.

Man kann nicht immer behaupten, dass die Bildung des Kernes das Resultat einer Condensation sei. Wenn sein mikroskopisches Ansehen meist den Eindruck einer Verdichtung des Protoplasma macht, so erscheint in anderen Fällen der Kern heller, weniger lichtbrechend als seine Umgebung, als wäre er aus einer Verdünnung des Protoplasma hervorgegangen. So stellt sich der Kern (das sogenannte Keimbläschen) vieler Ovarialeier dar und auch bei den Amoeben, wo das Ectosark gewöhnlich verdickt ist, erscheint er häufig in dieser Weise.

Bei den Amoeben tritt auch das Ectosark zuerst in die Erscheinung. Vielleicht kann man seine Differenzirung auf die Einwirkung der Umgebung zurückführen, in welcher das Thier lebt, mag dieselbe nun darin bestehen, dass dem oberflächlichen Protoplasma ein Theil seines Wassergehaltes entzogen wird, oder dass ein chemischer Process eingeleitet wird, durch welchen diese Schicht eine Verdichtung erleidet, die indessen, wie in der Bildung der künstlichen Zellen, stets den osmotischen Austausch mit den umgebenden Flüssigkeiten zulässt.

Man kann in der That in ziemlich weitem Umfange mittelst verschiedener Substanzen die Besonderheiten, welche das Protoplasma bei seiner ersten Differenzirung zeigt, künstlich nachahmen. Diese synthetischen Versuche können vielleicht einiges Licht auf die physikalischen Bedingungen werfen, unter welchen die erste Bildung der lebenden Substanz Statt hatte. Ascherson und Traube hatten schon nachgewiesen, dass bei der Mischung von fetten Körpern mit Eiweissstoffen oder, in allgemeinstem Ausdruck, wenn man Tropfen einer Colloidflüssigkeit in eine andere Colloidflüssigkeit bringt, welche mit der ersten einen Niederschlag bildet, dieser Niederschlag ringsum geschlossene Bläschen entstehen lässt, durch deren Wandungen osmotische Strömungen sich herstellen, welche sogar Wachsthum veranlassen. Aehnliche Wandungen bilden sich bei der Reaction von krystallinischen Körpern (Eisencyankalium mit essigsaurem Kupferoxyd) oder von krystallinischen Körpern mit Colloiden (essigsaures Bleioxyd mit Gerbsäure). Diese Versuche stellen nur die äussere Form von Zellen her. Neuerdings haben Monnier und Vogt nachgewiesen, dass man solche organische Formen herstellen kann, die nicht nur Zellen mit allen Eigenschaften, welche sie im lebenden Körper besitzen, sondern auch abgeleitete Gestalten, wie Röhren und Gefässe darstellen. Man benutzt zu diesen Versuchen Lösungen von Salzen, welche eine etwas schleimige Beschaffenheit haben (zuckersaurer Kalk, kieselsaures Natron) und in welche man fein zerriebene Krystalle eines anderen Salzes fallen lässt, die bei ihrer Lösung mit dem anderen Salze einen Niederschlag geben (kohlensaure Alkalien mit zuckersaurem Kalk, schwefelsaure Metallsalze, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink), mit beiden Lösungen. Die schwefelsauren Salze bilden Röhren mit Scheidewänden und Körnchenansammlungen im Inneren, die kohlensauren Salze dagegen Zellen mit Poren-

canälen. (Monnier et Vogt — Journal de l'Anatomie etc. de Robin, 1882.)

Von dem mehr oder minder consistenten, auf die oben angegebene Weise hervorgegangenen Ectosark muss die eigentliche Cuticula unterschieden werden, welche das Product einer Ausschwitzung aus dem Protoplasma ist und zuweilen eine bedeutende Festigkeit erlangt. Sie zeigt sich bald als eine körnige, continuirliche Hülle wie bei Difflugia, bald einem hornigen oder chitinösen Panzer ähnlich, wie bei Coleps und Stylonychia, bald aus verbundenen Stückchen zusammengesetzt, die ein äusseres Skelet bilden und bald kalkiger (Foraminiferen), bald kieseliger Natur sind (Radiolarien). Im ersteren Falle hängt die Cuticula mit dem Protoplasma unter ihr zusammen; in letzterem wird das Protoplasma unabhängig und lässt entweder Lücken zwischen sich und der Hülle oder kann auch durch Oeffnungen der Hülle, die stets vorhanden sind, in solcher Weise hervortreten und diffluiren, dass es die Hülle gänzlich umgiebt und diese ursprünglich ausseu gelegene Hülle nun eine innere Bildung wird.

Man kann stets bei allen diesen Bildungen die Existenz einer gewissen Menge von Protoplasmasubstanz nachweisen, welche eng mit den mineralischen Elementen verbunden ist, was deutlich beweist, dass diese Mineralstoffe sich in einer ursprünglich vorhandenen Gangmasse von Protoplasma abgesetzt haben. Von diesen Skeleten und Hüllen müssen solche unterschieden werden, welche durch die Zusammenkittung fremder Körper, Sandkörnchen, Schneckenschalen, todter Diatomeen, Spongiennadeln etc. gebildet werden.

Eine auffallende und noch nicht genügend erklärte Besonderheit beruht in der Regelmässigkeit der Formgestalten dieser Skelete, welche doch von einem morphologisch nicht definirten Stoffe, dem Protoplasma, gebildet werden. Die nähere Analyse dieser Formgestaltungen gehört der beschreibenden Zoologie an; wir mussten aber diesen Gegensatz zwischen äusserst variablen Körpern und ihren so regelmässigen und geometrischen Bildungen hier erwähnen.

Bei den Radiolarien finden wir ausser dem Skelete noch eine innere, mehr oder minder fein gearbeitete Hülle von chitinösem Ansehen, die Centralkapsel, welche meist von Poren durchsetzt ist, die dem inneren Protoplasma gestatten, mit dem umgebenden Protoplasma zusammenzufliessen. Die Centralkapsel ist mit mancherlei Gebilden (Fetttröpfchen, Bläschen etc.) erfüllt, auf die wir später zurückkommen. Das äussere Skelet ist aus kieseligen, in der oberflächlichen Schicht des Protoplasma isolirten Plättchen oder aus längeren, meist zierlich ornamentirten Nadeln zusammengesetzt, die bei den höheren Formen oft sehr complicirte Maschennetze bilden.

Das äussere Skelet steht bei mehreren Gattungen durch grosse Stacheln von verschiedener Form und Grösse mit der Centralkapsel in

Verbindung, in deren Centrum sie sich kreuzen und nach allen Seiten hin ausstrahlen. Die Verbindungen dieser Stacheln mit dem äusseren Skeletgeflecht, ihre Zahl und Structur sind für die beschreibende Zoologie von Wichtigkeit. Sie sind in anatomischer Hinsicht, wie alle Stücke des Kieselskeletes, Absonderungen des Protoplasma, welches häufig noch einen Canal in ihrer Mitte erfüllt. Bei der mikroskopischen Untersuchung ist hierauf, sowie auf ihre Form und die Körpergestalt im Ganzen, welche sie bilden, zu achten.

Die Foraminiferen zeigen zwar häufig sehr complicirte Skeletformen, besitzen aber niemals eine Centralkapsel. Die äussere Hülle ist zuweilen häutig, meist kalkig (etwas kieselig bei Polymorphina) und bildet bei den jungen Individuen eine mehr oder minder solide, einfache Kapsel um den Sarcodekörper, eine Kammer mit einer oder mehreren Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien. Bei der weiteren Entwicklung werden dieser ersten Kammer andere beigefügt, welche durch ihre Gestalt, Grösse, Lagerung und Beziehungen zu einander die mannigfaltigsten Skeletformen hervorbringen, wie die einaxigen, in gerader Linie aufeinander folgenden Kammern der Nodosarien, die nach zwei zu einander geneigten Axen geordneten der Textularien. In anderen Fällen ordnen sich die Kammern nach einer in einer Ebene gewundenen Spirale (Cornuspira) oder nach anderen Grundebenen und bei einigen Gattungen (Acervulina) wird die Anordnung ganz unregelmässig.

Die Aehnlichkeit dieser Skelete mit den Schalen der Mollusken, die man früher annahm, beruht auf oberflächlicher Beobachtung. Das innere Protoplasma diffluirt in der That in den meisten Fällen so durch die zahlreichen Oeffnungen und Poren, dass es die Schale vollständig einhüllt und als inneres Skelet erscheinen lässt. Anderseits variiren die Verhältnisse der Kammern zu einander in sehr weiten Grenzen; die trennenden Scheidewände können ganz rudimentär oder vollständig geschlossen sein. Im letzteren Falle zeigt die Aussenwand Poren, durch welche das Protoplasma der einzelnen Kammern mit einander communiciren kann.

Die meisten Skelete sind mit Poren versehen (Perforata), bei einigen dagegen ist die Aussenschicht vollkommen dicht, ohne Poren und dann findet sich eine besondere Oeffnung für den Durchtritt der Pseudopodien (Gromia, Miliolina). Die angeführten Typen besitzen nur eine Kammer; aber zu den Imperforaten gehören auch Typen der Polythalamien mit mehreren Kammern (Miliolites), die dann eine gemeinschaftliche Oeffnung für alle Kammern besitzen.

Bei den Infusorien zeigt sich die Cuticula gewöhnlich als eine kaum hautartige Absonderung der äusseren Schicht des Ectosark. Sie ist häufig weich und zart, kann aber bei einigen (Oxytrichinen, Vorticellinen etc.) eine ziemlich bedeutende Consistenz gewinnen, wenn

sie gleich elastisch bleibt. Meist zeigt sie dann sehr feine, mehr oder minder hervortretende Streifungen, die sich an ihrer Oberfläche durchkreuzen. Bei noch grösserer Verdickung wird die Cuticula ein wahrer Panzer (Coleps, Tintinnus), der nicht immer eng an den Körper anschliesst, sondern eine schützende Scheide bildet, in welche das am Grunde mittelst eines Stieles befestigte Thier sich zurückziehen kann (Vaginicola, Cothurnia).

Bewegung. Wir erwähnten schon, dass die niedersten Protozoen, die Sarcodinen, sich mittelst Pseudopodien bewegen, die zwar häufig Gestalt wechseln, indessen doch bei vielen Gruppen besondere Charaktere zeigen. Bald sind die Pseudopodien kurz, kleinen Warzen ähnlich (Amoeba terricola), bald lang und spitz (Polystomella), bald platt und netzförmig durch Tröpfchen verbunden (Protomyxa). Von allen Punkten des Körpers der nackten Sarcodinen können Pseudopodien ausstrahlen, welche unter sehr mannigfachen Verhältnissen zusammenfliessen. Bei den gepanzerten Sarcodinen ist begreiflicher Weise die Emission der Pseudopodien auf bestimmte Punkte beschränkt.

Die Pseudopodien sind nicht immer homogen; bei starker Vergrösserung sieht man in ihrem Inneren feine Körnchenströme, die von der Hauptmasse des Protoplasma ausgehen. Sie heften sich mit ihrem Ende an feste Körper und ziehen durch ihre Contraction nach und nach den Körper weiter.

Im Allgemeinen hat man die langsamen, allmählichen Formveränderungen der nackten Protoplasmakörper amoeboide Bewegungen genannt. Das differenzirte Protoplasma der Kerne zeigt ebenfalls solche Bewegungen, die bis zur Emission von unregelmässigen, kurzen Pseudopodien sich erheben können, welche in das umgebende Protoplasma ausstrahlen und dem Kerne oft ein gekerbtes Ansehen geben.

Die Infusorien zeigen keine Pseudopodien; dagegen ist ihre Cuticula meistens mit Wimpercilien besetzt, die zwar von dem unterliegenden Ectosark ausgehen, aber doch von der Cuticula nicht ganz unabhängig sind, da sie bei der Ablösung derselben durch die Einwirkung gewisser Reagentien sich ebenfalls loslösen. Anderseits hat Stein beobachtet, dass bei der freiwilligen Häutung der Infusorien die Wimperhaare an dem Ectosark haften bleiben.

Die Wimperhaare zeigen sehr verschiedene Formen; manchmal sind sie ausserordentlich fein und kaum mit den stärksten Vergrösserungen unterscheidbar; in anderen Fällen erreichen sie eine bedeutende Länge und Dicke und bilden durch Verschmelzung Lamellen, Ruder, Borsten und Haken.

Ihre Vertheilung auf der Körperfläche und ihre Differenzirungen sind die Grundlage der Classification der Infusorien geworden.

Flimmermembranen, welche eine eigene Art von Bewegungsorganen darstellen, sind an den Opalinen und von Ray-Lankester bei der im

Blute der Frösche vorkommenden Undulina ranarum entdeckt worden. Vielleicht bestehen dieselben nur aus zusammengeklebten Wimpercilien.

Endlich findet man bei einzelnen Arten ein oder zwei bedeutend längere Haare, die als Geiseln (Flagella) bezeichnet worden sind.

Bei einigen Gattungen von Infusorien finden sich in der Cuticula oder der unmittelbar darunter liegenden Schicht cylindrische Körperchen, die sehr feine Faden enthalten, welche hervorgeschnellt werden können. Wir sehen darin die erste Anlage der bei den Coelenteraten so häufigen und dort zu beschreibenden Nesselzellen (Nematocysten). Die bei den Infusorien vorkommenden Körperchen sind Trichocysten genannt worden. Man kann mit Vortheil zu ihrer Darstellung die verschiedenen Anilinfarben benutzen, durch welche sie sofort gefärbt werden (du Plessis).

Die Protozoen besitzen keine wahren Muskeln, doch zeigen sich bei einigen höheren Typen (Stentor, Spirostoma, Vorticellina) Anbahnungen in dieser Richtung. Es sind Streifenzüge, nach deren Längsrichtung der Körper sich contrahirt. Im Inneren des Stieles der Vorticellen ist diese Differenzirung eines contractilen Stranges besonders leicht zu beobachten und hier gelingt es auch, den Strang durch geeignete Reagentien in Fäserchen zu zerlegen.

Ernährung. Die Ernährung der Protozoen geschieht in einfachster Weise. Bei den niedersten Formen, den meisten Sarcodinen, kann sie auf jedem Punkte des Körpers stattfinden. Flüssige Nährstoffe dringen durch Endosmose ein; feste Körper werden in das Innere des Körpers eingezogen und gewissermaassen umschmolzen. Unzweifelhaft äussert das Protoplasma eine chemische Verdauungswirkung auf die organischen Substanzen, die sich schon in den Pseudopodien zeigt, welche die Nährstoffe umschliessen und noch kräftiger auftritt, sobald diese in den Körper selbst gelangt sind. Die Panzer der eingeschlossenen Diatomeen z. B., von welchen viele Protozoen sich nähren, werden vollkommen geleert und gereinigt ausgestossen, nachdem ihr Inhalt vollständig assimilirt ist.

Sobald die Differenzirung des Protoplasma bis zur deutlichen Unterscheidung von Endosark und Ectosark gediehen ist, scheint die Verdauungsthätigkeit wesentlich dem ersteren zugetheilt zu sein. Wir sehen dies speciell bei den wimpertragenden Infusorien (a Fig. 17), bei welchen die innere Körperhöhle mit undifferenzirtem Protoplasma erfüllt ist und als Verdauungshöhle betrachtet werden kann. Die Bewegungen des Inhalts und die Strömungen in diesem inneren Protoplasma unterhalten eine genügende Durchquellung sämmtlicher Körpertheile.

Ein Verdauungscanal mit besonderen Wandungen lässt sich nirgends erkennen und die älteren Anschauungen von Ehrenberg, welche man

noch in manchen Schulbüchern findet und die den Infusorien eine grosse Anzahl von Mägen zuschrieben (Polygastrica), sind gänzlich verlassen. Wohl aber finden sich bei vielen Infusorien eine besondere Mund- und Afteröffnung an einer bestimmten Körperstelle. Die Afteröffnung ist schwer zu finden und scheint sich sogar in den meisten Fällen erst im Augenblicke der Ausstossung zu bilden; doch bildet sie sich stets an derselben Stelle, meist in der hinteren Körperhälfte; bei einigen freilich (Stentor, Vorticella) in der Nähe des Mundes.

Die Bildung der Mundöffnung variirt ungemein: bei vielen Infusorien findet sie sich am Grunde einer Grube oder Rinne des Ectosark (Paramecium, Stylonychia, Euplotes etc.), bleibt also stets offen, während sie sich bei anderen nur im Augenblicke der Nahrungsaufnahme öffnet und nachher so vollkommen schliesst, dass man ihre Stelle nicht mehr erkennen kann.

Im ersteren Falle ist die Mundrinne meist mit längeren Cilien als diejenigen, welche am Körper entwickelt sind, ausgekleidet, und setzt sich nach innen in einen mehr oder weniger weiten Trichter fort, den Schlundtrichter. Häufig ist derselbe mit einer nach Innen eingestülpten Fortsetzung der Cuticula ausgekleidet, die seinen Wänden grössere Festigkeit verleiht und in äussersten Fällen in Längsfalten verdichtet ist, so dass sie ein solides Gitter darstellt, das sogar (Chilodon, Nassula) wirkliche Stäbchen bildet, die eine Art Reuse zusammensetzen. Den parasitischen Opalinen fehlt die Mundöffnung durchaus; sie ernähren sich nur durch Osmose.

Das Endosark von Trachelius ovum zeigt eigenthümliche Protoplasmastränge, die durch zahlreiche Vacuolen mit flüssigerem Inhalt getrennt sind und so das Bild eines verzweigten, von der Körperwand getrennten Darmcanals erzeugen. Genauere Beobachtungen zeigen, dass dies nur eine Täuschung ist und dieses Infusorium, wie alle anderen, keinen Darmcanal besitzt.

Die Gruppe der Acineten oder saugenden Infusorien bildet gewissermaassen einen Uebergang von den Sarcodinen zu den Infusorien. Die Acineten besitzen fadenförmige, contractile, mit einem knopfartigen Saugnapfe versehene, Pseudopodien ähnliche Fortsätze. Die Acinete haftet sich mit den Saugnäpfen dieser Tentakel an ihre Beute, deren Substanz nach und nach in Körnchen zerfällt und in den Körper der Acinete eingesaugt wird. Diese Ernährungsart, wo durch einen röhrenförmigen Fortsatz die Substanz der Beute mittelst eines Körnchenstromes eingesaugt wird, bietet jedenfalls viele Aehnlichkeit mit der Wirkung der Pseudopodien bei den Rhizopoden.

Kreislauf. Da bei den Protozoen keine gesonderte Nährflüssigkeit existirt, sondern die ganze Körpersubstanz davon durchdrungen erscheint, so darf man auch keinen besonderen Bewegungsapparat, keinen Kreislauf bei ihnen erwarten. Doch haben wir schon zu wieder-

holten Malen auf die inneren Strömungen im Protoplasma aufmerksam gemacht, welche durch die Bewegungen der Körnchen oder der Nahrungsmassen in die Erscheinung treten. Bei der Mehrzahl der Sarcodinen ist diese Circulation ohne Zweifel durch die beständigen Gestaltänderungen des Körpers in Folge von Contractionen und Ausdehnungen bedingt. Diese Art von Circulation scheint bei den Infusorien auf das Endosark beschränkt, das bei einigen Gattungen (Paramecium) in beständiger Rotation nach bestimmter Richtung sich befindet, die von dem Schlunde ihren Ausgang zu nehmen scheint. Die bewegende Ursache dieser Rotation ist noch zweifelhaft; vielleicht wird sie einfach durch den Wasserstrom bedingt, welcher beständig in dem Oesophagus durch den ihn auskleidenden Wimperbesatz erzeugt wird. Durch Aufschlämmen von Farbstoffen (Carmin, Indigo) im Wasser, worin das Infusorium sich befindet, kann man diese Rotation des Inneren leicht verfolgen.

Von den Amoeben an finden wir theils vorübergehende, theils permanente Bildungen von contractilen Bläschen, welche durch ihre Zusammenziehungen ohne Zweifel Flüssigkeitsströmungen im Protoplasma unterhalten. Diese Bläschen, deren Bewegungen einen gewissen Rhythmus zeigen, treten als helle, mehr oder minder runde Räume nahe der Oberfläche auf, welche abwechselnd auftauchen und verschwinden und mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind, die wohl grösstentheils Wasser ist. In den meisten Fällen besitzen diese Räume keine eigenen Wandungen, sondern stellen sich als Aushöhlungen der Substanz dar; doch zeigen sie öfter auch eine helle Contour, deren Dicke man bei einigen Infusorien messen konnte und die man als den Ausdruck einer besonderen Wandung betrachtet hat. Man hat diese contractilen Bläschen oder Vacuolen als Anlagen von Kreislaufsorganen, von Wassergefässen oder Absonderungsorganen auffassen wollen, ohne entscheidende Gründe für die eine oder andere Ansicht geltend machen zu können. Vielleicht vereinigen sie diese Functionen. Ihre Zusammenziehungen reagiren auf das umgebende weiche Protoplasma und bedingen darin regelmässige Bewegungen; die Flüssigkeit, von welcher sie erfüllt sind, kommt gewiss nicht von Aussen, sondern entstammt dem Protoplasma und kann demnach gewissermaassen als ein Absonderungsproduct angesehen werden und ihre Entleerung, in seltenen Fällen nach Aussen (einige Infusorien) oder nach Innen in die Masse des Protoplasma, wie dies meist der Fall ist, kann die Bläschen als Wassergefässe oder respiratorische Anlagen betrachten lassen. Einige Autoren, wie Rossbach, Engelmann, haben Säuren in den Vacuolen nachgewiesen, welche das Hämatoxylin röthen.

Wie dem auch sei, so lässt die Constanz des Auftretens dieser contractilen Bläschen sie als Organe von grosser Wichtigkeit erkennen. Ihre Zahl (bis zu 8 bei Condylostoma) und ihre Lagerung wechseln sehr. Bei Actinophrys sind sie oberflächlich und bilden einen

sackartigen Vorsprung, bei den Infusorien liegen sie stets im Ectosark an bestimmten Stellen. Sie schwellen oft zu bedeutender Grösse an, um dann nach und nach wieder einzugehen und spurlos zu verschwinden. In anderen Fällen geht die Zusammenziehung ruckweise vor sich, bald in beschleunigtem Tempo, bald langsam und stossweise. Sie erscheinen meist an ganz bestimmten Stellen; in seteneren Fällen an unbestimmten Punkten. Oft zeigen sich im Augenblicke der Systole in ihrer Umgebung cylindrische oder mit Anschwellungen ausgestattete Canäle, die anfangs nicht in directer Verbindung mit dem Bläschen zu stehen scheinen und durch ihr Ausstrahlen nach allen Seiten diesem ein sternförmiges Ansehen geben. Die Zahl dieser ausstrahlenden Canäle ist nicht constant; sie vermehrt sich in abnormer Weise, wenn das Thier zusammengedrückt wird oder dem Tode nahe ist. Die wandungslosen Contouren ziehen sich zusammen und verschwinden auf dem Höhepunkte der Systole vollständig, um nach und nach bei der Diastole wieder aufzutauchen. Bei Cyrtostomum leucas hat Stein wellenartige Canäle beschrieben, welche an ihrem Ende sich verzweigen sollen.

Wenn überhaupt eine, allerdings mögliche Communication dieser Bläschen nach Aussen existirt, so ist sie jedenfalls nicht leicht nachzuweisen. Wir wissen nicht, ob das die Bläschen erfüllende Wasser von Aussen her durch die Mundöffnung und den Schlund kommt, wie Stein dies bei den Vorticellen beobachtet haben will, oder ob es durch ein Canalsystem aus dem umgebenden Protoplasma dem Bläschen zugeführt wird. Die oben angeführten Versuche mit Farbstoffen geben uns darüber keinen Aufschluss. Diese Farbstoffe dringen stets nur durch den Mund ein, wenn auch ältere Beobachter andere Wege geschen zu haben glauben und gelangen niemals in die contractilen Bläschen [1]).

Wir machen die Anfänger auf diesen Gegenstand aufmerksam, der noch mancher Aufklärungen bedarf. Die Forscher sind gegenwärtig durchaus nicht einig hinsichtlich der Natur der in den Bläschen angehäuften Flüssigkeit. Das plötzliche Verschwinden der Flüssigkeit bei ruckweiser Zusammenziehung hat ebenfalls etwas Räthselhaftes.

Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass bei der Häufung verschiedener Functionsanlagen in den contractilen Bläschen die Zusammenstellung derselben mit dem Herzen der übrigen Thiere unstatthaft und die Homologisirung mit dem Wassergefässsystem der Würmer wenigstens verfrüht erscheint.

Athmung. Die Athemfunction ist gewiss bei keinem Protozoum in einem speciellen Organ localisirt, sondern auf alle Körpertheile verbreitet. Die Aussendung von Pseudopodien, an welcher, wie bemerkt,

[1]) Taucht man grosse Spirostomen in eine Lösung von Bismarckbraun, so tritt nicht die geringste Spur der Farbflüssigkeit in die grosse Blase und den damit verbundenen langen Canal über (du Plessis).

der ganze Körper Theil nimmt, gestattet allen Theilen des Protoplasma der Sareodinen sieh mit neuen Wasserschichten in Berührung zu bringen und den Austausch der Gase zu bewerkstelligen. Bei den sesshaften Infusorien erzeugen die in fast beständiger Bewegung befindlichen Wimpern einen steten Wasserstrom um den Körper und die häufige Einführung von Wasser mit der Nahrung bringt das Protoplasma des Endosark ebenfalls in Berührung mit frischem Wasser. Die schwimmenden Infusorien finden stets in dem Wasser, in welchem sie sich bewegen, den ihnen nöthigen Sauerstoff.

Wir müssen schliesslich, nach dieser Uebersicht der hauptsächlichsten, bei den Protozoen vorkommenden Differenzirungen des Protoplasma, auf die Rolle des Kernes und Kernkörperchens eingehen, welche den Ausgangspunkt des Zeugungsgeschäftes bilden.

Fortpflanzung. Wir finden bei den Protozoen die verschiedensten Reproductionsformen: Theilung, Knospung, Conjugation und innere Vermehrung, bald allein, bald auch bei denselben Arten in mehrfacher Weise ausgebildet. Bei allen diesen Vorgängen spielt der Kern eine mehr oder minder bedeutende Rolle. Er scheint den ersten Anstoss zu den weiteren Vorgängen zu geben [1]). Wie bei den Zellen der Gewebe beginnt die Theilung der Amoeben und der Infusorien mit dem Kerne. Derselbe verliert sein normales, körniges Ansehen und zeigt eine feinstreifige Structur, die durch Essigsäure stärker hervortritt und mit der fortschreitenden Theilung des Kernes zunimmt. Häufig verbinden noch einige Faserstreifen die beiden getrennten Hälften des Kernes. Bütschli hält diese Umgestaltung der körnigen in eine streifige Structur für einen ganz allgemein bei den Infusorien vorkommenden Process und findet denselben auch in den Kernkörperchen. Beide Vorgänge entsprechen einander. Der Nucleolus wird grösser und streifig beim Beginne (Paramecium) und theilt sich dann in zwei Hälften, welche anfänglich noch durch die gemeinsame, später verschwindende, durchsichtige Hülle umgeben sind.

Wir bemerkten schon, dass das Vorkommen des Nucleolus weit weniger constant ist, als diejenige des Nucleus. Häufig erscheint er erst im Momente der Reproduction. Bei den Amoeben liegt der Nucleolus im Inneren des Kernes, bei den Infusorien dagegen neben demselben, entweder in einiger Entfernung oder an seine Aussenwand angekittet. Man kann diesen Körper, zum Unterschiede von den eigentlichen, im Inneren der Kerne liegenden Kernkörperchen, als Endoplastid oder Nebenkern bezeichnen. Die im Vermehrungsprocess auftretenden Fasern gleichen kleinen Stäbchen, die man mit Zoospermen verglichen hat. Indessen lässt sich eine Sexualität bei diesen niederen Wesen schwerlich

---

[1]) Bei denjenigen Protozoen, welche wie Actinosphaerium, viele Kerne besitzen, spielen dieselben vielleicht keine active Rolle bei der Fortpflanzung.

begründen. Die meisten Protozoen besitzen die Fähigkeit, sich einzukapseln. Man nennt Kyste eine Verdickung der äusseren Körperschicht, die häufig durch Vertrocknung an der Luft oder durch die Abnahme der Temperatur bei Beginn des Winters hervorgerufen werden kann, oft aber auch durch eine specielle Absonderung gebildet wird, welche zuweilen sich mit Mineralstoffen inkrustirt. In den meisten Fällen ist die Einkapselung wohl eine Schutzvorrichtung für den Organismus, die deshalb auch häufig den verschiedenen Reproductionsprocessen, der Theilung und Zerfällung in constituirende Elemente vorangeht und die Reorganisation dieser Elemente in etwas verschiedener Form begünstigt, unter welcher dieselben Keime neuer Individuen darstellen, die nach der Zerstörung der Kyste frei werden. Man beobachtet solche Kystenbildungen sehr leicht, wenn man den Staub, den man aus trockenem Heu auf Papier abschüttelt, befeuchtet und unter dem Mikroskope sofort untersucht.

Die Conjugation oder Verschmelzung zweier Individuen kann auf allen Punkten des Körpers stattfinden, geschieht aber meist bei denjenigen Infusorien, wo eine deutliche Mundöffnung vorhanden ist, auf der durch dieselbe bezeichneten Bauchseite. Sie geht gewissen Veränderungen des Kernes voraus, auf welche wir bei Beschreibung der einzelnen Typen näher eingehen werden. Meist theilt sich der Kern in eine Anzahl von Kügelchen, welche später wieder zu einem Ganzen verschmelzen. Die Kenntniss dieses Phänomens ist noch nicht weit genug vorgeschritten und die verschiedenen Autoren sind noch zu entgegengesetzter Ansicht, als dass wir auf weitere Generalisationen eingehen könnten.

Wenn wir die Protozoen mit den Gewebselementen der höheren Thiere vergleichen, so ergiebt sich, dass wir eine Vielzelligkeit derselben nicht anerkennen können, sondern zugestehen müssen, dass sie nur einzelligen Wesen gleichgestellt werden können. Dies hindert indessen nicht, dass viele unter ihnen nur schwer mit Zellen in der klassischen Bedeutung des Wortes zu homologisiren sind. Die Bildung der vom Protoplasma durchsetzten und umgebenen Centralkapsel der Radiolarien, der Bau der mit constanten Oeffnungen, Mund und After versehenen Infusorien weichen so sehr von Allem ab, was wir bei den Gewebselementen der höheren vielzelligen Thiere zu sehen gewohnt sind, dass wir uns nur schwer mit einer vollständigen Parallelisirung befreunden können. Jedenfalls sehen wir auf der anderen Seite bei Amoeben und Foraminiferen einen noch niederen Zustand, da wir bei ihnen in keiner Weise Bildungen nachzuweisen im Stande sind, welche mit einer Zellenwandung homologisirt werden könnten.

Protozoen.

Rhizopoden. — Amoeben. — Foraminiferen. — Heliozoen. — Radiolarien. — Infusorien.

Unterkreis der Sarcodinen.

Thiere von meist sehr wechselnder Form, aus Protoplasma gebildet, das einen oder mehrere Kerne zeigt. Nähren und bewegen sich mittelst mehr oder minder differenzirter Pseudopodien. Sie besitzen keine Zellmembran und bleiben meist auf der Stufe von Nucleoden stehen. Vermehren sich durch Theilung, Knospung oder Bildung von Keimen, welche den Zoosporen der Pflanzen ähnlich sind, besitzen aber niemals Vermehrungsorgane, wie Sporangien etc. Häufig finden sich Skeletbildungen von äusserst verschiedener morphologischer und chemischer Beschaffenheit. Sie bilden oft Colonien mit mehr oder minder individualisirten Theilstücken.

Die Sarcodinen sind die einfachsten thierischen Organismen. Sie nähern sich gewissen pflanzlichen Urwesen (Myxomyceten), deren bewegliche Zustände denen der nackten Sarcodinen ähnlich sind, unterscheiden sich aber dadurch, dass die Zoosporen der Sarcodinen im ganzen Körper oder durch Knospung an unbestimmten Körpergegenden entstehen können, während diejenigen der Pflanzen in bestimmten Theilen (Sporangien) sich bilden.

Classe der Wurzelfüsser (*Rhizopoda*).

Sarcodinen mit wenig differenzirtem Protoplasma, welche Pseudopodien von verschiedener Form, bruchsackartig, gelappt oder verzweigt bilden, die häufig zusammenfliessen und sich wieder trennen. Sie sind nackt oder in Gehäusen eingeschlossen. Im ersteren Falle ist die Form

ihres Körpers durchaus unbestimmt, beständig wechselnd in Folge der Aussendung der Pseudopodien, der Zusammenziehungen des Protoplasma und der Körnchenströmungen, die dadurch bedingt werden. Bei den schalentragenden Rhizopoden ist die Form des meist in Colonien ausgebildeten Organismus durch die Gestalt des Skeletes bedingt, durch dessen bald einfache, bald vielfältige Oeffnungen die Pseudopodien hindurch treten.

A. Ordnung der Amoeben.

Typus: *Amoeba terricola.* Greeff.

Man findet das Thier in dem Sande und den Erdtheilchen, welche sich absetzen, wenn man die Wurzeln der auf Mauern, Bäumen etc. wachsenden Moose im Wasser schüttelt. Nachdem man es unter verschiedenen Vergrösserungen untersucht hat, behandelt man das Thier mit den gewöhnlichen Reagentien, Essigsäure, Kleinenberg'sche Flüssigkeit, Pikrocarmin, Cochenille etc.

Fig. 1.

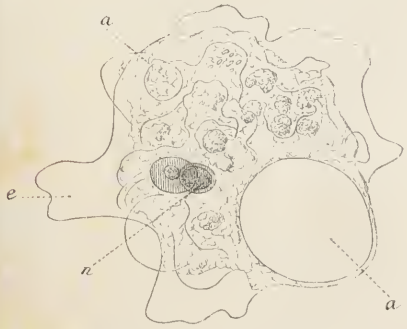


Fig. 2.

Fig. 1. Amoeba terricola, lebend unter der Camera lucida gezeichnet. *a* Contractile Bläschen. *n* Kern. *e* Pseudopodien.

Fig. 2. Dieselbe mit weniger entwickelten Pseudopodien. *a* Contractile Bläschen. *b* Kern.

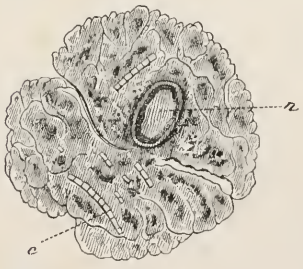
In ruhendem Zustande gleicht diese Amoebe sehr einem unregelmässigen Quarzkörnchen, lässt sich aber bei aufmerksamer Untersuchung durch ihren meist gelblich körnigen, oft in Kügelchen geballten Inhalt und die Körnchenströmungen im Inneren des sie bildenden Protoplasma unterscheiden.

Das Protoplasma der Oberfläche (Ectosark) ist homogen, durchsichtig und von fester Beschaffenheit; das innere (Endosark) ist da-

gegen körnig und fast flüssig. Das Ectosark bildet sehr unregelmässige, feste, durchsichtige, warzenförmige Pseudopodien, welche sehr langsam wachsen und mit deren Hülfe das Thier sich ruckweise bewegt, indem es gewissermaassen von einer Gruppe dieser Fortsätze auf die andere fällt. Die meist kugelförmig zusammengeballten Körnchen des Inneren sind häufig von einem durchsichtigen Hofe umgeben und fliessen manchmal ziemlich rasch nach dem Punkte, wo ein Pseudopodium sich bildet, um es bis auf einen durchsichtigen Rand zu erfüllen, in welchen sie nicht eindringen. Die dem wachsenden Pseudopodium entgegengesetzte Stelle des Ectosark zeigt dann Streifen und Falten, ein Beweis, dass die Strömungen durch die Zusammenziehungen des Ectosark hervorgerufen werden. Die beiden Schichten des Protoplasma sind indessen nicht durch scharfe Contouren getrennt, sie gehen allmählich in einander über, wenn auch das innere Parenchym niemals an die Oberfläche herantritt.

Die bald mehr zerstreuten, bald mehr zusammengeballten Granulationen zeigen unter sehr starken Vergrösserungen die Gestalt von Stäbchen oder Kügelchen und sind offenbar das Resultat der Assimilation. — Die Amoebe nährt sich, wie es scheint, vorzugsweise von zersetzten Pflanzenstoffen. Man findet Individuen, die keine Körnchen enthalten; in anderen dagegen sieht man Bruchstücke von Algen, Oscillatorien etc., die oft noch grün sind, bald aber durch Desaggregation ihrer Zellen zerfallen und sich entfärben (*c* Fig. 3).

Fig. 3.



Amoeba terricola nach Anwendung von Essigsäure. Pseudopodien und Vacuolen sind verschwunden, die Oberfläche gerunzelt, Kern *n* und Nahrungsinhalt treten stärker hervor. *c* Algenfäden.

Das Protoplasma zeigt stets Vacuolen (*a* Fig. 1 u. 2), die nach Zahl, Ort und Grösse sehr variabel, aber stets mit vollständig durchsichtiger Flüssigkeit erfüllt sind. Sie bilden sich an unbestimmten Stellen, wachsen allmählich, fliessen zuweilen zusammen oder vertheilen sich in kleinere Tropfen. Zuweilen werden sie übermässig gross, wie in Fig. 1, und kommen dann an die Oberfläche, welche sie in Form eines dünnen Häutchens emporheben. Die Vacuole entleert sich, wenn sie auf diesem Punkte angekommen ist, ziemlich plötzlich, während das körnige Parenchym von innen her in sie eindringt. Man sieht nie eine Oeffnung, durch welche sich die Flüssigkeit nach aussen entleeren könnte. Häufig sieht man noch an der Stelle einen halbmondförmigen Raum, der die Distanz zwischen der äusseren und inneren Schicht markirt; diese letztere aber dringt wie ein Pfropfen vor und bald sieht man nur die gewöhnlichen Verhältnisse

zwischen Endosark und Ectosark; die neuen Vacuolen, welche sich bilden, fliessen aus ursprünglich sehr kleinen Bläschen zusammen. Das Wechselspiel der Vacuolen zeigt keinen regelmässigen Rhythmus.

Jede Amoebe besitzt einen Kern (*n*), der häufig sich nur schwer in Mitten der Körnchen auffinden lässt. Er hat eine graue Farbe und zeigt sich zusammengesetzt aus einer scharf begrenzten, hyalinen Kapsel und einem körnigen Inhalt, dessen Ansehen vielfach wechselt; bald ist er einförmig wolkig, bald mehr oder minder deutlich in Faserzüge oder runde Kügelchen zerfallen, die winzigen Zellen gleichen (Fig. 2 *b*). Nur selten findet man den Kern in einen Nucleus und Nucleolus getheilt, wie wir ihn in Fig. 1 dargestellt haben. Wahrscheinlich zerfällt der Kern schliesslich in Kügelchen, die sich in dem Parenchym vertheilen, denn man findet zuweilen ziemlich grosse Amoeben, deren Körper mit solchen Kügelchen erfüllt ist, in denen man aber durch alle Mittel keinen Kern nachweisen kann. Wahrscheinlich werden diese Körnchen ausgestossen und verwandeln sich dann in junge Amoeben, die anfänglich nur aus hyalinem Protoplasma bestehen, bald aber ein körniges Endosark und Pseudopodien entwickeln und Vacuolen zeigen.

Jodtinctur färbt die Amoebe im Ganzen braun; die übrigen angeführten Reagentien runzeln die äussere feste Schicht, die dann zwar rissig, aber ohne warzige Vorsprünge wie eine mehr oder minder runde Kugel erscheint. Der Kern wird dabei deutlicher. Verdünnte Essigsäure ist für diese Reaction vorzuziehen. Bringt man einen Tropfen davon auf den Rand des Objectträgers in solcher Weise, dass er sich nach und nach mit dem die Amoebe enthaltenden Wasser mischt, so kann man Schritt für Schritt das Einziehen der Pseudopodien, das Verschwinden der Vacuolen und das schärfere Hervortreten des Kernes beobachten (Fig. 3).

Wir haben die Reproduction nicht verfolgen können. Nach Greeff sollen die aus der Kerntheilung entstehenden Kügelchen sich im Endosark vertheilen, wo sie sich vielleicht mit Protoplasmatheilen umkleiden und nachher ausgestossen werden. Die jungen Amoeben haben stets im Anfange einen sehr hellen Kern und bald eine contractile Vacuole.

Die Amoeben bilden eine Ordnung in der Classe der Rhizopoden. Sie sind nackt und wechselgestaltig. Die Pseudopodien sind warzig, lappig, verzweigt oder sogar netzförmig. Sie finden sich im Meere und in süssen Wassern, an feuchten Orten in der Erde, im Moos, auf Dächern etc.

Das Ectosark ist meistens, wie bei unserer typischen Art, von consistenter Beschaffenheit. Die marinen Arten zeigen nur selten Vacuolen und nicht häufig Kerne, welche dagegen in den Formen der süssen Gewässer wohl nie fehlen.

Die Einkapselung mittelst einer kugeligen, homogenen und resistenten Schicht kommt als Schutzmittel bei vielen vor. Bei einer einzigen Gattung (*Protomyxa*), deren Stellung übrigens noch zweifelhaft ist, bildet die Einkapselung die Einleitung zur Vermehrung durch Bildung zahlreicher, mit kurzen,

spitzen Pseudopodien versehener Zoosporen. Mit Ausnahme von *Myxodictyum* bilden die Amoeben keine Colonien. Sie leben als vereinzelte Individuen und vermehren sich durch Theilung in zwei, höchst selten (*Gloïdium*) in vier Theile. Sie setzen sich nicht fest; bei einigen aber (*Hyalodiscus*, *Pelomyxa*) ist das Ectosark weich und klebt an, während es bei anderen sehr fest wird (*Amphizonella*) oder selbst kurze Dornen bildet (*Chaetoproteus*). Die Conjugation zweier Individuen wird nur selten beobachtet. Ausser der Theilung, scheint auch die Vermehrung durch Theilsprösslinge des Nucleus, die sich im Endosark verbreiten, ziemlich allgemein zu sein. Doch existiren noch viele Lücken in dieser Beziehung in den Beobachtungen.

Literatur. Dujardin, Suites à Buffon. Infusoires. Paris 1841. — Auerbach, Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Vol. VII. 1856. — E. Haeckel, Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden. Ibid. 1865. — Id. Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. Bd. IV. 1870. — R. Greeff, Ueber einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. II. 1866. — J. Leidy, Fresh water Rhizopods of North America. Washington 1879. — Bütschli, Bronn's Thierreich. 2. Auflage. Vol. 1. 1881.

B. Ordnung der Foraminiferen oder Thalamorphen.

Protozoen mit meist kalkiger Schale, die eine oder vielfache Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien besitzt. Sie theilen sich in:

Ganzschalige (Imperforata) ohne contractile Bläschen, ohne Poren in der mit einer einzigen, zum Durchtritt der Pseudopodien bestimmten Oeffnung versehenen Schale. (Gromia, Miliola, Arcella.)

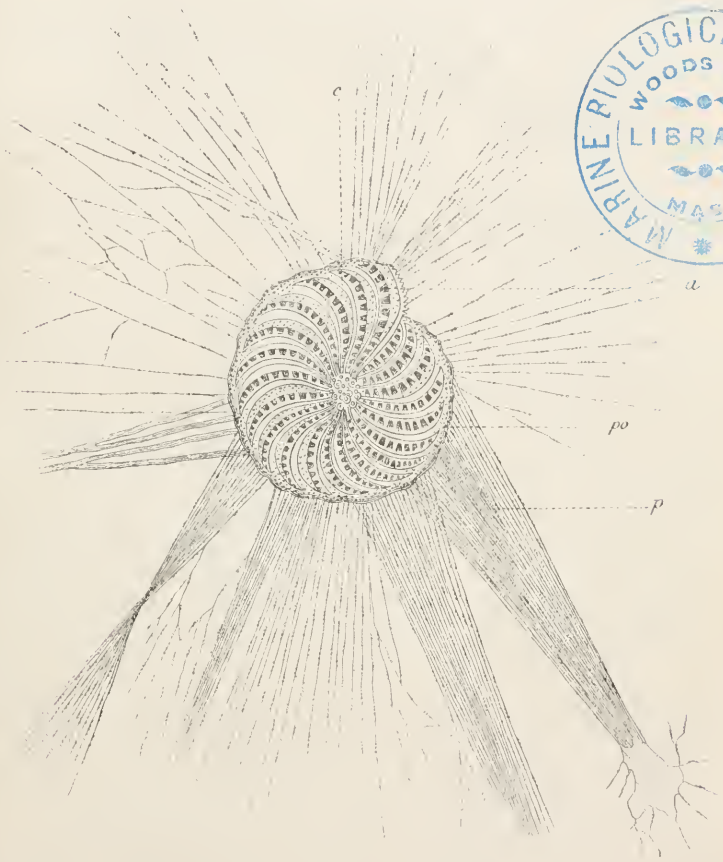
Porenschalige (Perforata) mit einer von zahlreichen zum Durchtritt der Pseudopodien bestimmten Poren versehenen Schale. (Lagena Polystomella.)

Typus: *Polystomella strigilata* d'Orbigny (Fig. 4).

Findet sich vorzugsweise im Ufersande an den Küsten des Mittel- und Adriatischen Meeres. Die Schale hat die Gestalt einer biconvexen Linse, deren Flächen sich regelmässig vom Rande nach der Mitte zu erheben. Die Circumferenz ist nicht schneidend, zeigt aber eine unbedeutende Depression, deren leicht gewellte Ränder zuweilen, besonders bei jüngeren Individuen, kurze Stacheln tragen. Die Schale, welche einen Durchmesser von $1^1/_2$ bis 2 mm erreicht, ist aus zahlreichen, spiralig aufgerollten Kammern zusammengesetzt, die man besonders in der letzten Windung deutlich sieht. Die Kammern werden um so grösser, je weiter sie von dem Centrum der Spirale entfernt sind; man zählt in der letzten Windung etwa 20 bis 24, während ihre Zahl im Ganzen 30 bis 35 betragen mag. Sie sind durch feine Kalkwände getrennt, welche dieselbe Structur wie die äusseren Schalenwandungen haben, indem sie durch feine Poren durchsetzt sind, durch welche hindurch das Protoplasma, welches die Kammern erfüllt, mit einander

communicirt. Diese Bildung lässt sich besonders deutlich in der Scheidewand, welche die letzte Kammer schliesst, beobachten; zahlreiche Pseudopodien treten durch diese Poren hervor, von welchen einige grösser als die anderen sind und durch ihre etwas aufgewulsteten Ränder der Oberfläche ein rauhes Ansehen geben.

Fig. 4.



MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Polystomella strigilata mit gekammerter und poröser Schale, aus welcher die zahlreichen Pseudopodien hervortreten, die stellenweise zu Netzen und Lappen zusammenfliessen. *p o* Poren. *p* Pseudopodien. *c* Schale. *a* Scheidewände. (Nach Max Schultze.)

In frischem Zustande ist die Schale, trotz ihrer Dicke, sehr durchsichtig. Sie ist mit kleinen kegelförmigen Wärzchen besetzt, die auf ihrer Spitze die Oeffnung eines feinen, die Schale durchbohrenden Canälchens tragen. Zwischen diesen Wärzchen finden sich unzählige,

noch feinere Poren, die nur unter starken Vergrösserungen sichtbar werden und durch welche die Pseudopodien durchtreten. Um diese Structur zu untersuchen, kann man die Schale zerquetschen und die Bruchstücke bei starker Vergrösserung beobachten. Ausser diesen Poren finden sich zuweilen unregelmässige, weit grössere Oeffnungen, durch welche ebenfalls Protoplasma hervortritt. In jeder Kammer finden sich röhrenförmige Anhänge, welche nach der hinteren Kammerwand hin sich verschmälernd endigen, aber niemals Brücken zwischen den Segmenten bilden. Die Zahl dieser Anhänge vermehrt sich mit der Grösse der Kammern.

Man kann das Thier von seiner Schale befreien, indem man es in sehr verdünnte Säuren bringt, die den Kalk unter Entbindung von Kohlensäure auflösen. Die härtere Aussenschicht, das Ectosark, welches der Kammerwand anliegt, erhält sich dann einige Augenblicke in ihrer Form. Noch besser wendet man schwachen, mit einigen Tropfen Salz- oder Salpetersäure versetzten Alkohol an.

Der so seiner Schale beraubte Thierkörper zeigt den genauen Abklatsch des Innenraumes. Er besteht aus einer Reihe U-förmiger, weit geöffneter Segmente oder Kapseln, die sich spiralig an einander reihen und deren Convexität nach vorn gerichtet ist. Jedes Segment trägt an seinem Hinterrande fingerförmige, in der Mitte etwas eingezogene Fortsätze, welche über das folgende Segment hinüberragen. Je voluminöser das Segment ist, desto zahlreicher sind diese Anhänge. Das Anfangssegment im Mittelpunkte der Spirale ist vollkommen kugelig.

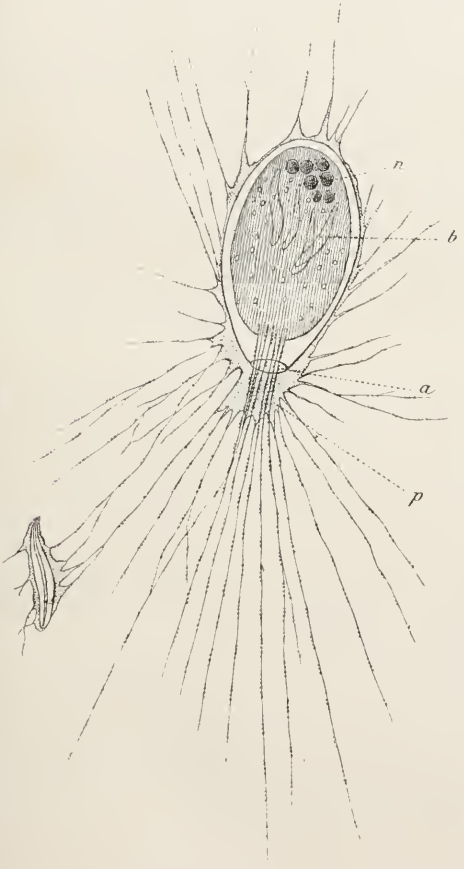
Bei jungen Individuen ist das Protoplasma homogen und durchsichtig; bei älteren wird es dunkler und füllt sich mit feinen Körnchen und stark lichtbrechenden, fettähnlichen Tröpfchen, deren Bewegungen die inneren Strömungen sichtbar machen. Der Thierkörper nimmt alsdann eine rothbraune Färbung an, mit Ausnahme der letzten Kammer, deren Protoplasma ein feines Fadennetz zeigt, ähnlich demjenigen der Pseudopodien, welche durch die Poren der Schale hindurchtreten. Bei mangelnder Nahrung entfärbt sich der Thierkörper (Max Schultze).

Das innere Protoplasma oder Endosark entsendet durch die Poren der Schale die Pseudopodien, welche zur Bewegung und Ernährung dienen. Ihre Länge kann bis zu 4 bis 5 Schalendurchmessern anwachsen. Sie strahlen nach allen Seiten aus und verbinden sich häufig zu pyramidalen, in der Bewegungsrichtung des Thieres ausstrahlenden Bündeln. Haben sie so ihre Längengrenze erreicht, so platten sie sich ab, verschmelzen an dem Gipfel der Pyramide, wo sie ankleben, und durch die Contraction des rückströmenden Protoplasma die Schale nach sich ziehen gegen den Befestigungspunkt hin. Aehnliche Vorgänge spielen sich ab, wenn sich das Thier einer Beute bemächtigt. Es umgiebt die Beute mit einem ähnlichen verschmelzenden Pseudopodienbündel, dessen Protoplasma seine verdauende Thätigkeit beginnt. Man

sieht nun Körnchenströme, die nach dem Innern des Körpers gehen und in dem Maasse zunehmen, in welchem die Substanz der Beute verschwindet. Sobald diese ausgesogen ist, ziehen sich die Pseudopodien zurück, um nach einer anderen Richtung hin wieder auszustrahlen.

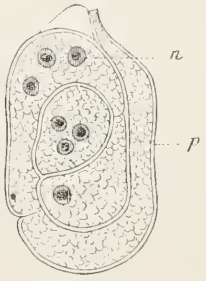
Die Existenz eines Kernes wurde lange bezweifelt. M. Schultze hat einen solchen bei einer verwandten Art, *Polystomella striatopunctata*, nachgewiesen. Er bildet einen ziemlich grossen Körper mit groben, runden Körnchen. Vielleicht existirt ein Nucleolus. Der Kern liegt im Centrum eines der mittleren Segmente des Körpers und ragt sogar theilweise in das nächste Segment hinein. Meist ist er rund, zuweilen aber auch länglich oder unregelmässig und selten in zwei getheilt. Um ihn darzustellen, benutzte Schultze eine Abkochung von Campecheholz. Das von R. Hertwig bei seinen Untersuchungen über den Kern der Foraminiferen befolgte Verfahren dürfte vorzuziehen sein. Hertwig fixirt den Körper mit einer verdünnten

Fig. 5.



Gromia oviformis mit sieben Kernen (*n*) und verschlungenen Navicellen (*b*) im Inneren. Die Pseudopodien (*s*) treten aus der einzigen Oeffnung *a* nach allen Seiten hin aus und haben links eine Navicelle umgossen. (Nach M. Schultze.)

Fig. 6.



Junge Miliola (Quinqueloculina) mit Chromsäure behandelt und mit Beale's Carmin gefärbt. Sie zeigt vier durch doppelt contourirte Wandungen (*p*) getrennte Kammern und sieben Kerne (*n*). (Nach R. Hertwig.)

Lösung von Chromsäure (0,1 bis 0,5 Proc.) und färbt dann mit Beale's Carmin.

Die Vermehrungsweise der Polystomella ist unbekannt.

Die Festigkeit und Structur der Schalen variirt sehr bei den Foraminiferen. Die Schale ist bald einfach, sehr dünn und durchsichtig (*Lieberkühnia* im Süsswasser), bald härter, pergamentartig (*Gromia*); bei anderen aus Fremdkörpern, Sandkörnchen, Schwammnadeln etc. zusammengesetzt, die durch einen organischen Kitt zusammen gehalten werden (*Trochammina, Squamulina*); endlich bei den meisten aus einer zusammenhängenden Schicht von kohlensaurem Kalke gebildet. Im letzteren Falle ist sie entweder compact, porenlos, glatt oder mit Rippen und Streifen geziert (Ganzschalige) oder mit Poren, ähnlich den bei Polystomella beschriebenen versehen (Porenschalige). Sie kann aus einer einzigen (Monothalamia) oder aus mehrfachen, verschieden angeordneten Kammern bestehen (Polythalamia) und in beiden Fällen kann nur eine Oeffnung für den Durchtritt der Pseudopodien bestehen oder eine Menge von Poren zu diesem Zweck vorhanden sein. So sind die monothalamen *Lagena* porenschalig, die einmundigen *Gromia* ganzschalig (Fig. 5); die polythalamen, ganzschaligen *Milioliten* einmundig (Fig. 6).

Das Protoplasma bietet nur geringe Differenzirungen. Bei einigen umfliesst es die Schale so vollständig, dass diese im Inneren zu liegen scheint. Die Pseudopodien variiren dagegen von einer Gattung zu der anderen sehr an Gestalt, Länge und Breite. So sind sie weit feiner und beweglicher bei *Miliola* als bei *Gromia*. Bei den meisten fliessen sie zusammen und bilden Netze, Lappen, plattenförmige Ausbreitungen etc.

Das meist körnige Protoplasma schliesst häufig stark lichtbrechende Tröpfchen ein, die zuweilen gefärbt sind, sich durch Druck abplatten und fettiger Natur zu sein scheinen. Körnchenströmungen lassen sich stets im Inneren beobachten.

Der Kern wurde zuerst bei *Gromia*, dann bei *Spiroloculina, Miliola, Polystomella* nachgewiesen und man kann demnach aus Analogie annehmen, dass er auch bei den übrigen Gattungen nicht fehlt. Essig-, Chrom- und Ueberosmiumsäure lassen ihn hervortreten. Er ist meist von kugeliger Form, körnig und umschliesst zuweilen ein dichteres Körperchen (Nucleolus?). Zuweilen ist er mehrfach; Hertwig hat bei einer jungen Miliola sieben Kerne nachgewiesen (Fig. 6). Man hat aus dieser Erscheinung die Vielzelligkeit der Polythalamien ableiten wollen; es ist aber wahrscheinlicher, dass der ursprünglich einfache Kern zur Zeit der Reproduction in mehrere Theilstücke zerfällt. Hiernach wären die Polythalamien einfache Thiere und keine Colonien. Die Frage ist noch nicht endgültig entschieden.

Wir besitzen nur wenige, vereinzelte Beobachtungen über die Reproduction, die man noch nicht generalisiren kann. Bei *Spirillina vivipara* hat man einkammerige Junge entstehen sehen, während bei *Miliola* und *Rotalia* dreikammerige Junge durch einen Riss der Schale hervortraten. Es ist möglich, dass die Theilstücke des Kernes sich mit Protoplasma umgeben und so zu jungen Individuen entwickeln. Man hat auch im Inneren der Kammern die Bildung von Keimen beobachtet, welche sich zu Jungen entwickeln könnten. Alle diese Vorgänge bedürfen fernerer Beobachtungen.

Präparation der Foraminiferen.

Sie finden sich in allen Gewässern, vorzugsweise aber im Meere, längs den Küsten im Sande oder auf den Algen und Tangen, den Co-

lonien der Moosthierchen und Hydrarpolypen, den Schalen der Muscheln und den Panzern der Krebsthiere umherkriechend. Schlumberger räth hauptsächlich unter den bei sonst stillem Meere von den Hochfluthen zurückgelassenen Trümmern zu suchen, da man in dem gewöhnlichen Sande des Strandes meist nur Bruchstücke findet. Einige pelagische Arten kann man bei ruhigem Meere mit dem feinen Netze an der Oberfläche fischen. Wer nur Schalen sucht, findet dieselben oft in Menge sehr sauber gereinigt und unversehrt in dem Darmcanale vieler Seethiere (Spatangen, Salpen, Holothurien etc.).

Man untersucht die lebenden Thiere im Meerwasser, das man frisch erhalten muss. Polystomella, Rotalia etc. leben auch ohne Erneuerung des Wassers einige Tage auf dem Grunde der Schüsseln. Prof. du Plessis besitzt seit sechs Jahren Gromien und Polystomellen aus dem Canal von Cette, die sich in einem geschlossenen Glase ohne Erneuerung des Wassers lebend erhalten und vermehrt haben. Für Präparate behandelt man die Thiere mit Ueberosmiumsäure und schliesst sie nach Färbung in Canadabalsam ein, ganz in der Weise wie Infusorien. (S. dieses Capitel.) Da es aber sehr schwer hält, das Thier mit ausgebreiteten Pseudopodien zu fixiren und zu erhalten, so begnügt man sich meist mit Präparation der Schalen. Zu diesem Zwecke behandelt man die mit süssem Wasser ausgewaschenen Objecte mit einer Lösung von kohlensaurem oder ätzendem Kali, um alle organische Substanz zu entfernen.

Nach vollständiger Reinigung lässt man die Schalen auf dem Objectträger trocknen, sucht sie unter dem Mikroskope aus, bestimmt sie und überträgt sie dann mittelst einer feinen Nadel oder einer Borste auf eine Glasplatte, die man vorher mit einer sehr verdünnten Lösung von arabischem Gummi mit einigen Tropfen Glycerin versetzt, überzogen hat. Dieser Ueberzug fixirt die Schälchen hinlänglich in der Ordnung, die man ihnen giebt. Solche Trockenpräparate müssen bei auffallendem Licht untersucht werden (Schlumberger). Kleinere Arten präparirt man in Canadabalsam. Man wäscht sie gut mit Alkohol von 90 Proc. aus, taucht sie dann einige Minuten in Terpentin- oder Nelkenöl und bringt sie dann in den Balsam.

Literatur. Alcide d'Orbigny, Tableau méthodique de la Classe des Céphalopodes. Ann. Scienc. natur. 1826. — Ehrenberg, Ueber jetzt noch zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. Akad. Berlin 1839. — Dujardin, Infusoires in Suites à Buffon. Paris 1841. — Max Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien, Leipzig 1854. — F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv für mikrosk. Anat. T. X — XIII. — Carpenter, Introduction to the study of the Foraminifera. Roy. Soc. London 1862. — R. Hertwig, Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. Jenaische Zeitschr. Vol. X. und Rhizopodenstudien, ibid. Vol. XI. — R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. Arch. für mikrosk. Anat. Vol. X, Supplem. — Schlumberger, Note sur les Foraminifères. Feuille des jeunes naturalistes. Paris 1882.

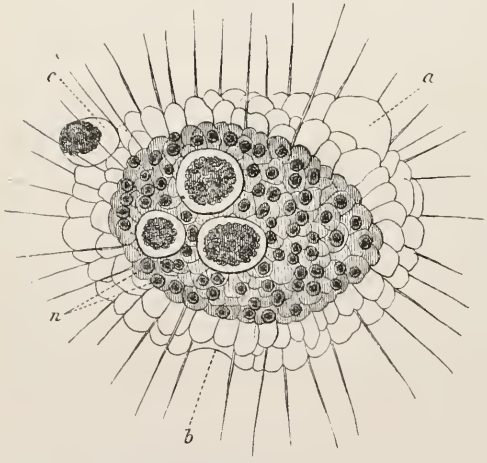
C. Ordnung der Heliozoen.

Einzellige nackte oder mit gelatinösem, chitinösem oder kieseligem Skelet ausgestattete Thiere von meist kugeliger Form mit einfachen, geraden, nicht zusammenfliessenden Pseudopodien, die meist strahlenartig nach den Radien der Kugel geordnet sind. Selten sesshaft oder in Colonien vereinigt. Protoplasma mit einfachem oder vielfältigem, rundem Kern. Tendenz zur Scheidung zwischen Ectosark und Endosark. Contractile Bläschen. Einführung und Ausstossung der Nährstoffe an unbestimmten Körperstellen.

Typus: *Actinosphaerium Eichhorni* (Stein).

Man findet das Sonnenthierchen in klaren süssen Gewässern, Bächen und Flüssen, meist schwimmend, seltener am Grunde. Nach Beobachtung unter verschiedenen Vergrösserungen wird es mit den gewöhnlichen Reagentien behandelt.

Fig. 7.



Erwachsenes Actinosphaerium Eichhorni. *a* Vacuole, *n* Kerne, *b* Einbuchtung in Folge von Nahrungsaufnahme, *c* in der Ausstossung begriffener Nahrungsballen.

Die Gestalt des Körpers nähert sich stets der Kugel oder Eiform. Die feinen geraden Pseudopodien strahlen nach den Radien der Kugel aus.

Das Ectosark zeigt eine mehr oder minder dicke blasige Schicht. Hellere Räume werden von Scheidewänden oder besser gesagt, von dünnen, körnigen Protoplasmazügen begrenzt; sie zeigen eine unregelmässige, polyedrische Gestalt. Diese Räume sind an der Oberfläche gewölbt und oft in mehrere Schichten ausgebildet. Sie wechseln langsam Gestalt und Ort und bilden eine Art schwammiger, sehr durchsichtiger Hülle, die hinsichtlich ihrer Mächtigkeit sehr variabel ist. Die Räume sind offenbar mit einer sehr durchsichtigen Flüssigkeit er-

füllt; durch Stösse gegen den Objectträger kann man es dahin bringen, dass sie gänzlich verschwinden und dann das Ectosark als eine dünne, kaum körnige, aber gleichmässige Masse nach Entleerung der Flüssigkeit dem Endosark anliegt. Das schaumige Ansehen bildet sich nach und nach wieder aus, wahrscheinlich durch Osmose aus dem umgebenden Wasser. Man sieht häufig in den hellen Räumen kleine, lebhaft lichtbrechende Körnchen, bald isolirt, bald im Mittelpunkte gruppirt, die wahrscheinlich fettiger Natur sind und eine lebhafte Brown'sche Molekularbewegung zeigen.

Das Sonnenthierchen besitzt wenigstens ein, meist aber zwei contractile Bläschen, die nahe an der Oberfläche liegen und deren Gebahren ganz demjenigen der Bläschen der Amoeben entspricht.

Im gewöhnlichen Zustande erscheinen die Pseudopodien starr, zugespitzt und unter sehr starken Vergrösserungen sieht man daran eine äussere, hellere Schicht, die einen körnigen Inhalt umschliesst, der in seiner Achse wie zu einem Centralfaden verdichtet erscheint. Die Pseudopodien sind immer so gestellt, dass ihre Basis einer körnigen Zwischenwand und meist sogar dem Vereinigungspunkte mehrerer solcher die Areolen trennenden Zwischenwände entspricht. Der körnige Achsencylinder des Pseudopodiums kann durch die ganze Dicke des Ectosark hindurch verfolgt werden, dringt aber nicht in das Endosark ein.

Wenn auch die Pseudopodien starr scheinen, so zeigen sie doch langsame Bewegungen, indem sie sich gegeneinander neigen und wieder aufrichten. Auch können sie sich der Länge nach ausdehnen und zusammenziehen und in letzterem Falle zeigen sie unter starken Vergrösserungen Knötchenreihen, die aus einer stärkeren, stellenweisen Ansammlung des inneren körnigen Protoplasma entstehen. Man sieht nur selten Strömungen der Körnchen, die so langsam vor sich gehen, dass sie nur unter den stärksten Vergrösserungen sichtbar werden. Die langsam rollenden Bewegungen des Sonnenthierchens auf dem Boden und sein Schweben im Wasser scheinen durch die Zusammenziehungen und Schwingungen der Pseudopodien bedingt.

Die Pseudopodien sind offenbar auch Fangorgane. Die Sonnenthierchen sind sehr gefrässig; man findet fast immer in ihrem Endosark grosse kuglige Massen, Nahrungsballen, meist von einem durchsichtigen Hofe umgeben, in welchen man Stücke von Pflänzchen und Thieren, Algenfäden, Bacillarien etc. unterscheiden kann. Wir haben den Fang von Paramecien, von Schwärmsprösslingen der Vorticellen, von Räderthieren, Zoosporen etc. beobachtet und die Art und Weise, wie derselbe geschieht, ist sehr interessant. Sobald ein Infusorium ein Pseudopodium berührt, hält es wie gelähmt ein und die benachbarten Pseudopodien krümmen sich über ihm zusammen und bilden eine Art Reuse, welche das Thier am Entweichen hindert. Nun entwickelt sich an dem der

Beute zunächst gelegenen Punkte der Oberfläche ein von den übrigen ganz verschiedenes Pseudopodium, das demjenigen einer Amoebe gleicht, breit und lappig erscheint und sich so an die Beute anlegt, dass es eine Art Piedestal, einen unregelmässigen, mit spitzen Fortsätzen versehenen

Fig. 8.

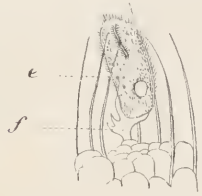


Fig. 9.

Fig. 8 und 9. Zwei Stadien beim Verschlingen eines Paramecium (*e*) durch ein Actinosphaerium mittelst eines speciellen Pseudopodiums *f*.

Fig. 8. Die Beute ist gefasst, die Stacheln krümmen sich um dieselbe herum, das Pseudopod *f* bildet eine Art Stiel.

Fig. 9. Die Beute ist herangezogen, die Stacheln haben sich wieder aufgerichtet, das Pseudopod *f* hat die Beute ganz umflossen.

Fuss bildet, auf welchem die Beute befestigt scheint (Fig. 8 *f*). Dieses Pseudopod ist vollkommen glashell; wir haben niemals Körnchen darin gesehen. Nach und nach umfliesst es die Beute und hüllt sie wie in eine durchsichtige Kapsel ein (Fig. 9 *f*). Zu gleicher Zeit wird die Beute an den Körper des Sonnenthierchens herangezogen, der Stiel verschwindet, es bildet sich eine kraterförmige Einbiegung, in welche die Beute mit dem Pseudopod herein und gegen das Endosark hingezogen wird. Wir haben Paramecien und Vorticellensprösslinge (*e*, Fig. 9), die schon zur Hälfte in das Ectosark hineingezogen waren, noch zuckende Bewegungen machen sehen, als wollten sie sich befreien. Endlich ist die Beute ganz vom Ectosark umhüllt und gelangt dann in stark comprimirtem und entstelltem Zustande in das Endosark, wo sie von einem hellen Hofe umgeben wird. Die Einstülpung, durch welche sie eingeführt wurde, gleicht sich erst nach und nach aus (*b*, Fig. 7).

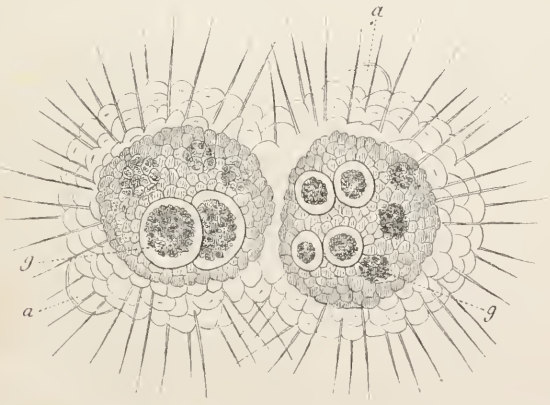
Dieses Amoeben-Pseudopod bildet sich im Allgemeinen nur in dem Augenblicke, wo eine Beute verschluckt werden soll, doch haben wir es auch einigemale ohne Beute gesehen und glauben, dass in diesem Falle es dem Infusorium gelungen war, sich loszumachen. Dieses spricht auch für die Ansicht, welche den Pseudopodien eine klebrige Beschaffenheit zuschreibt, durch welche die sie berührenden Thiere festgehalten werden.

Wegen der grossen Menge von Körnchen und Nahrungsballen im Inneren hält es nur schwer, sich eine genügende Ansicht vom Endosark

zu verschaffen. Es bietet sehr verschiedene Zustände. Bald scheint es durch eine ziemlich scharfe Begrenzungslinie vom Ectosark getrennt zu sein, bald erscheint diese Linie nur auf einem Theile der Peripherie, bald ist sie gänzlich verwischt und die kleinen und nicht sehr hellen Bläschen des Endosark gehen allmählich in die grossen hellen Schaumbläschen des Ectosark über. Oft fehlt die blasige Beschaffenheit gänzlich, aber da solche Thiere stets mit Nahrungsballen strotzend angefüllt sind, so ist es wahrscheinlich, dass das Endosark eine ursprünglich blasige Beschaffenheit hat, wie man dies bei nüchternen Thieren sieht. Jedenfalls ist das Endosark stets dunkler und mit Körnchen erfüllt, die lebhafte Molekularbewegung zeigen.

Die grossen von einem durchsichtigen Hofe umgebenen Nahrungsballen lassen alle Veränderungen wahrnehmen, die auf eine sehr active Verdauung hindeuten. Die grünen Algen werden gelb und entfärben sich, die Bacillarien werden nach und nach entleert, Räderthiere und Infusorien werden zu einer ungestalten Masse verwandelt, die sich schliesslich auflöst. Die unverdauten Stoffe, Panzer etc. werden an irgend einer Körperstelle ausgestossen. Das Endosark schwillt an, bildet eine Art Bruch im Ectosark, in welchen der stets von seinem Hofe umgebene Nahrungsballen eintritt, um so nach und nach das Ectosark zu durchsetzen und schliesslich ausgestossen zu werden (*c*, Fig. 7). Wir haben solche Ballen ausstossen sehen, in welchen man noch

Fig. 10.



Zwei Actinosphärien in Conjugation. *a* Vacuolen. *g* Nahrungsballen.

den deutlich hufeisenförmigen, unverdauten Kern eines Vorticellensprösslings unterscheiden konnte.

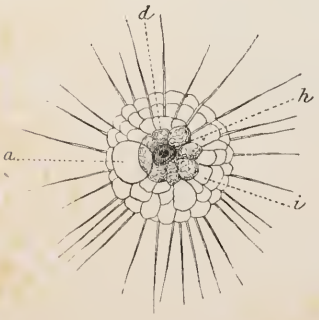
Die Sonnenthierchen zeigen Conjugation und Theilungsvermehrung. Wir haben Fig. 10 eine Phase der Conjugation dargestellt, die

meist zwischen Individuen gleicher Grösse stattfindet. Im Anfange bildet das sich verschmelzende Ectosark noch ein durchsichtiges Grenzband zwischen den beiden, vollkommen getrennten Endosarkkugeln. Später verschwindet dieser Zwischenraum und die beiden Endosarkmassen vereinigen sich in Biscuitform, um schliesslich zu einer einzigen Kugel zusammenzuschmelzen. Während dieses Processes dauert das Spiel der contractilen Bläschen, sowie die Verdauung ungestört fort. Wir haben durchaus keine Veränderung der Kerne bei diesem Conjugationsprocesse wahrnehmen können, doch ist es wahrscheinlich, dass er einen Vermehrungsact einleitet.

Nur bei sehr jungen Individuen haben wir Vermehrung durch Theilung eintreten sehen. Das schaumige Ansehen verschwindet vollständig und der Körper wird durch die Zusammenziehung der Masse und die Concentration der Körnchen bis auf eine sehr dünne hyaline Grenzschicht ziemlich undurchsichtig. Nach kurzer, bedeutender Verlängerung werden die Pseudopodien fast ganz eingezogen. Zuweilen bildete sich die Trennung bei einem contractilen Bläschen, dessen Function unverändert fortdauerte, und bald waren die beiden dunklen Körper nur noch durch eine hyaline Brücke verbunden, die aus zwei contractilen Bläschen bestand, durch deren Zusammenziehung schliesslich ein Verbindungsfaden getrennt wurde, der sich zwischen den Gipfeln der beiden Vacuolen auszog.

Wir haben bis hierher die Beschreibung der zahlreichen Kerne verspart, welche im Endosark zerstreut sind und während des Lebens zwischen den Bläschen, Körnchen und Nahrungsballen nur sehr schwer unterschieden werden können. Verdünnte Essigsäure macht sie deutlich. Es sind kugelförmige Bläschen mit einem homogenen aber dunkleren Nucleolus im Inneren. Die Zahl dieser Kernkörperchen kann sich vermehren und zuweilen sieht man nach Anwendung der passenden Reagentien feine Protoplasmafäden, welche zwischen diesen Kernkörperchen und der Peripherie des Kernes verlaufen. Die Zahl der Kerne vermehrt sich beim Wachsthum der Thiere; ganz junge Individuen (Fig. 11) zeigen nur einen Kern, während die alten oft hundert und mehr besitzen. Die Kerntheilung scheint nach der gewöhnlichen Norm nach Bildung spindelförmiger Bündel vor sich zu gehen.

Fig. 11.



Junges Actinosphaerium mit einem einzigen Kerne *h*. *a* Vacuole, *d* Endosark, *i* Ectosark.

Ausser der Theilung findet auch Vermehrung nach vorgängiger Einkapselung statt. Nach Brandt zieht das

Thier seine starren Pseudopodien ein und geht in einen wenig dauernden amoeboiden Zustand über, während welchem es mit lappigen Pseudopodien umherkriecht. Der Körper zieht sich zusammen, der blasige Zustand des Protoplasma verschwindet ganz und es bildet sich schichtweise eine dicke Kapsel. Die Zahl der Kerne nimmt bedeutend ab und die dunkele, aber homogene Protoplasmamasse des Körpers theilt sich in eine variable Zahl von kleinen Kugeln, deren jede einen centralen Kern zeigt. Jede dieser Kugeln scheint sich aufs Neue in zwei Kügelchen zu theilen, die eine durchsichtige Hülle zeigen. Nach einiger Zeit schmelzen diese Theilkügelchen wieder zusammen und an der Stelle der hyalinen Hülle bildet sich eine ziemlich dicke kieselige Kapsel, deren Oberfläche Lücken oder Eindrücke zeigt. Diese Kieselkapseln bleiben den Winter über im Bodenschlamme liegen und im Frühjahre schlüpft aus jeder ein junges Sonnenthierchen.

Die Trennung zwischen Ectosark und Endosark ist nicht immer so ausgesprochen bei den Heliozoen. Sie ist schon weit mehr verwischt bei der verwandten Gattung *Actinophrys* und gänzlich aufgehoben bei *Vampyrella*, wo auch das Protoplasma kein blasiges Aussehen zeigt. Die Zahl der contractilen Bläschen variirt sehr; bei *Actinophrys* kommt meist nur eines vor, während *Acanthocystis* bis zu 30 und mehr besitzt. Ausser den feinen Körnchen zeigt das Protoplasma oft grössere, stark lichtbrechende Körperchen, Chlorophyllkörner (*Acanthocystis*) oder auch diffuse Färbung (*Vampyrella*). Die meist radienförmig ausstrahlenden Pseudopodien sind zuweilen unregelmässig vertheilt (*Vampyrella, Nuclearia*), meist spitz, zuweilen am Ende gegabelt (*Acanthocystis*) oder mit feinen Rauhigkeiten besetzt. — Der bei Actinosphaerium schon etwas festere Axenfaden der Pseudopodien wird bei Actinophrys noch fester und lässt sich hier bis zur Oberfläche des einzigen centralen Kernes verfolgen, in dessen Nähe er knopfförmig endet. Bei anderen Gattungen (*Acanthocystis, Rhaphidiophrys, Actinolophus*), die einen excentrischen Kern haben, vereinigen sich die Axen der Pseudopodien im Centrum in einem dunkeln Körperchen, das sich lebhaft mit Carmin färbt und die erste Anlage der Centralkapsel der Radiolarien darzustellen scheint. Man findet verschiedene äussere Skeletbildungen: gelatinös bei *Nuclearia*, fester mit verfilzten, sehr feinen Kieselnädelchen (*Heterophrys*), aus mehreren Schichten von Kügelchen zusammengesetzte Kieselkapseln (*Hyalolampe*), radiäre (*Acanthocystis*) oder tangentiale (*Rhaphidiophrys*) Kieselnadeln oder endlich gitterförmige Chitinkapseln, durch deren Lücken die Pseudopodien hindurchtreten (*Clathrulina*). Einige Heliozoen sind mit hohlen, chitinösen (*Actinolophus*) oder kieseligen (*Clathrulina*) Stielen befestigt. *Actinophrys Rhaphidiophrys*, *Sphaerastrum* bilden oft Kolonien, welche durch die zu Brücken verbreiterten Pseudopodien oder die Verschmelzung der individuellen Skelete zusammenhängen.

Die Reproductionsvorgänge sind verschieden. *Acanthocystis* scheint sich durch Knospung zu vermehren; ausserdem bilden diese Gattung und *Clathrulina* mit zwei Geiseln versehene Zoosporen, die später in einen amoeboiden Zustand übergehen.

Die Heliozoen vermitteln offenbar den Uebergang von den Amoeben und Foraminiferen einerseits zu den Radiolarien anderseits. Die nackten un-

regelmässigen Formen (*Vampyrella*, *Myxastrum*) stehen den Amoeben sehr nahe, während viele Kugelgestalten sich durch die Anordnung ihres kieseligen Skeletes so sehr den Radiolarien nähern, dass man sie mit manchen Autoren zu dieser Gruppe ziehen müsste, im Falle sie eine Centralkapsel besässen, die ihnen abgeht.

Literatur. Haeckel, Generelle Morphologie 1866 (Erste Abgrenzung der Gruppe). — Koelliker, Zeitschr. f. wissensch. Zool. I, 1848 und Icones histologicae I, Leipzig 1864. — Claparède, Archiv f. Anat. und Physiol., 1854. — Weston, Quart. Journ. microsc. Soc., Vol. IV., 1856. — Carter, Ann. magaz. nat. hist. III, 13 u. 15, 1864. — Cienkowski, Arch. f. mikrosk. Anat. III, 1867 und XII, 1876. — Greeff, ibid. III, 1867; V, 1869; XI, 1875; XIV, 1877. — R. Hertwig und Lesser, ibid. X, Suppl. 1874. — Archer, Quart. Journ. microsc. Soc. XVI, XVII, 1876 bis 1877. — R. Hertwig, Jenaische Zeitschr. XI, 1877. — Mereschkowski, Arch. f. mikrosk. Anat. XV, 1879. — A. Schneider, Arch. de Zool. expérimentale VII, 1878. — Leidy, Freshwater Rhizopods of North America, 1879. — Bütschli, Bronn's Thierreich, 2. Aufl., Vol. I, 1881.

Classe der Radiolarien.

Sarcodinen mit einer Centralkapsel und meist strahligem, organischem oder Kieselskelet.

1. Ordnung. **Colliden** oder **Thalassicollen.** Einfache Individuen ohne Skelet oder nur mit einigen zerstreuten Nadeln. (Thalassicolla).

2. Ordnung. **Polycystinen.** Sehr vielgestaltiges Gitterskelet, das häufig aus mehreren in einander geschachtelten sphärischen Kapseln besteht. (Lithocampe, Aulosphaera.)

3. Ordnung. **Acanthometren.** Skelet aus strahlig gestellten Nadeln gebildet, welche die Centralkapsel durchbohren und sich im Centrum vereinigen (Acanthometra, Dorotaspis).

4. Ordnung. **Polycyttarien.** Radiolarien mit mehreren Centralkapseln, die als Colonien betrachtet werden können (Sphaerozoum, Collosphaera).

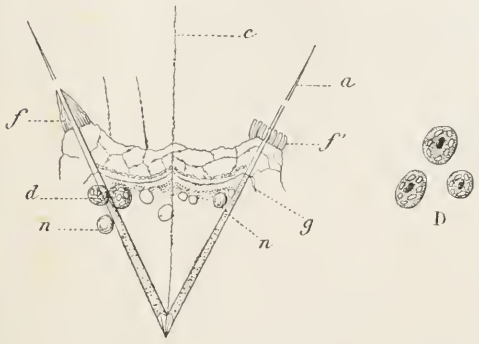
Typus: *Acanthometra clastica* Haeckel.

Wir wählen diese im adriatischen und Mittelmeere nicht seltene Art, weil sie eine der durchsichtigsten ist und die Beobachtung durch die Seltenheit von Farbstoffen im Protoplasma der Centralkapsel erleichtert.

Das Thier bildet eine Art Kugel, von deren Mittelpunkt 20 Stacheln ausstrahlen, die hinlänglich weich sind, um sich unter dem

Drucke des Deckgläschens zu biegen, ohne zu brechen. Diese Stacheln sind sehr fein, cylindrisch, am Ende zugespitzt, einfach und niemals gegabelt, wie bei verwandten Arten. Man kann sie durch Quetschung isoliren und so sich überzeugen, dass sie durch Anlagerung ihrer kegelförmigen Innenenden mit einander vereinigt sind (Fig. 12). Die 20 Stacheln sind, wie immer bei den Acanthometren, nach fünf Zonen geordnet, eine unpaare und zwei Paarzonen. Die unpaare Zone ist äquatorial und ihre in dieser Ebene geordneten vier Stacheln bilden ein Kreuz mit vier Armen im rechten Winkel. Die Paarzonen liegen in verschiedenen Ebenen und wiederholen sich auf beiden Seiten der Aequatorialzonen, so dass man nur zwei dieser Zonen zu untersuchen braucht, um auch die anderen beiden zu kennen. Zwischen den Stachelzonen existiren zwei stachellose Zonen, die Polarzonen. Wir orientiren mit R. Hertwig den Körper so, dass einer der stachellosen Pole nach oben schaut und die vier Stacheln der unpaaren Aequatorialzone horizontal liegen.

Fig. 12.



Stück der Centralkapsel unter starker Vergrösserung, um das Eindringen der Axialfäden der Pseudopodien in die Centralkapsel zu zeigen. Bei *f* sind die contractilen Fäserchen um den Stachel ausgedehnt, bei *f'* zusammengezogen. *n* Kerne. *g* Kapselmembran. *a* Stacheln. *d* Gelbe Zellen. *D* stärker vergrösserte gelbe Zellen mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. Man sieht die Kerne. (Nach R. Hertwig.)

Die Stacheln besitzen keinen inneren, von Protoplasma durchzogenen Canal, wie man glauben könnte, wenn der Fokus nicht ganz genau eingestellt ist. Sie sind nicht von Kieselerde durchdrungen, wie bei den meisten Acanthometren, sondern von einer in Säure sehr löslichen, durch eine Secretion aus dem Protoplasma erzeugten Substanz gebildet, die man Acanthin genannt hat. Selbst die Osmiumsäure, deren man sich zur Untersuchung der Kerne und der Fettkörperchen bedienen wird, wovon noch die Rede sein soll, löst die Stacheln auf, wenn man sie zu lange einwirken lässt. Ein Tröpfchen Schwefel- oder Salzsäure löst sie selbstverständlich sogleich. Aber ebenso wirkt auch kaustisches Kali und Wärme, was wohl die organische Natur der Substanz beweist.

Man kann in dem Körper zwei Schichten, eine innere und eine äussere unterscheiden, die durch eine meist so dünne Membran ge-

schieden werden, dass man dieselbe nur als feine Linie sieht. Diese innere Schicht mit dem sie umhüllenden Häutchen bildet die Centralkapsel, die im Ganzen eine kugelige Gestalt hat, aber an den Stacheln sich emporhebt und das im Inneren der Kapsel befindliche Protoplasma so nach sich zieht, dass es eine Scheide um die Stacheln bildet.

Das intracapsulare Protoplasma zeigt bei starken Vergrösserungen feine Körnchen und eine wechselnde Zahl von kugel- oder eiförmigen

Fig. 13.

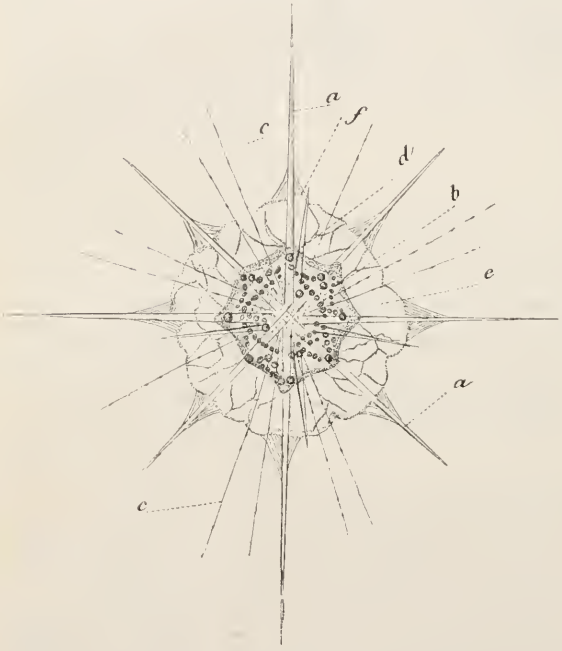


Fig. 14.

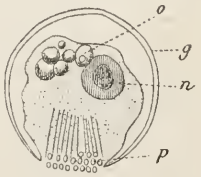


Fig. 13. Erwachsene Acanthometra elastica mit ausgestreckten Pseudopodien. *a* Stacheln. *b* Centralkapsel. *c* Pseudopodien. *d* Gelbe Zellen. *e* Ectosark. *f* Contractile Fäserchen (nach R. Hertwig).

Fig. 14. Cystidium inerme von der Seite gesehen, mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. *g* Kapselmembran. *o* Fettklümpchen. *p* Porenfeld. *n* Kern (nach R. Hertwig).

Kernen (ungefärbte Zellen, J. Müller), die gegen die Peripherie gelagert sind und bei dem lebenden Thiere ganz homogen erscheinen. Osminmsäure fixirt ihre Kerne und neutraler oder Beale'scher Carmin färbt sie lebhaft roth. Nach dieser Präparation unterscheidet man in ihrem Inneren das kugelige, lebhafter gefärbte Kernkörperchen. Die

Grösse der Kerne steht in umgekehrtem Verhältniss zu ihrer Zahl, die bei den einzelnen Individuen verschieden ist (Haeckel).

Das körnige Protoplasma ist meist von der Wandung durch eine wahrscheinlich flüssigere durchscheinende Zone geschieden; es enthält häufig braunrothe oder gelbliche, mehr oder minder dicht gedrängte Farbkörperchen, die sich besonders an dem Kreuzungspunkte der Stacheln ansammeln. Hier und da sieht man auch bei vielen Individuen Fettkügelchen, welche sich durch Osmiumsäure stark schwärzen.

Ausser den erwähnten Elementen enthält das Protoplasma auch noch runde oder eiförmige gelbe Zellen, die im Durchschnitte einen Durchmesser von 10 mm besitzen, eine eigene Membran besitzen und in deren Innerem Osmiumsäure und Carmin einen Kern hervortreten lassen (Fig. 12 *d*, *D*) [1]).

Das intracapsulare Protoplasma gruppirt sich häufig bei unserem Thiere in kleinen Massen, welche durch körnige Züge vereinigt und durch flüssige Vacuolen getrennt sind, die nicht gefärbt werden können. Diese Bildung macht den Körper so durchsichtig, dass man bei dem lebenden Thiere die Körnchenströmungen im Protoplasma und die Aussendung der aus der Centralkapsel hervorgehenden Pseudopodien verfolgen kann, was bei anderen Radiolarien ihrer Undurchsichtigkeit wegen nicht möglich ist.

---

[1]) Brandt und Geddes haben nachgewiesen, dass diese gelben Zellen parasitische Algen sind, die aus einer gewöhnlichen Cellulosemembran bestehen, welche mit Jod und Schwefelwasserstoff sich intensiv blau färbt, während die innere Substanz derjenigen der Diatomeen entspricht. Diese von Geddes *Philozoon* genannten Algen finden sich auch bei den Actinien, Siphonophoren, Medusen etc. Sie können einige Zeit ausserhalb des Thieres leben und sich fortpflanzen, sind aber im Uebrigen dem Thiere ebenso nöthig, als dieses ihnen und bilden einen merkwürdigen Fall von Symbiose. „Welches sind die Beziehungen der beiden Elemente", fragt Geddes, „in dieser Association von Thier und Pflanze? Man weiss, dass die farblosen Zellen einer Pflanze das von den grünen Zellen gebildete Stärkemehl in sich aufnehmen und so auf Kosten der letzteren leben und man kann wohl kaum daran zweifeln, dass die Radiolarie, die Actinie etc. aus dem durch das Philozoon gebildeten Stärkemehl Nutzen ziehen, das leicht durch Osmose in die umgebende Thierzelle übergeht. Endlich bringt auch die Alge dem Thiere einen directen Ernährungsgewinn, denn man findet häufig, bei den Radiolarien besonders, mehr oder minder verdaute Zellen."

„Die Thierzelle bildet Kohlensäure und stickstoffhaltige Substanzen, welche die Pflanzenzelle vor Allem zum Leben nöthig hat. Dass sie diese Stoffe absorbirt, wird durch ihre schnelle Vermehrung bewiesen. Sie liefert dagegen den Thierzellen Sauerstoff."

„Für eine Pflanzenzelle bildet das Leben in einer Thierzelle, die durchsichtig genug ist, um das Licht durchzulassen und die ihr reichlich Kohlensäure und stickstoffhaltige Substanzen liefert, eine wahrhaft ideale Existenz, ganz wie für Thierzellen ein Zustand ein idealer wird, wo sie im Inneren eine Menge von Pflanzenzellen gewissermaassen als Sklaven hält, welche die verbrauchten Stoffe wegschaffen, dafür Sauerstoff und Stärkemehl liefern und schliesslich nach ihrem Tode noch verdaut werden. (P. Geddes. On the nature and functions of the „Yellow cells" of Radiolaries and Coelenterates. Proceedings Roy. Soc. of Edinburgh, Session 1881—1882.)

Was wir von dem Protoplasma im Inneren der Centralkapsel sagten, gilt auch von dem ausserhalb befindlichen. Die Schicht desselben, welche sich an die Centralkapsel anlegt (Mutterschicht der Pseudopodien nach Haeckel), ist von der Membran selbst durch einen hellen Raum getrennt; aber in dieser Schicht entsteht nur ein Theil der Pseudopodien. Ihre ganze Masse wird von Körnchenzügen durchsetzt, welche der Oberfläche das Ansehen eines unregelmässigen Netzwerkes geben. Das äussere Protoplasma setzt sich ebenfalls auf die Stacheln fort, welche es bei ihrem Austritte scheidenartig umhüllt.

Acanthometra sendet wenige, regelmässig geordnete, nach allen Seiten strahlende Pseudopodien aus. Sie sind stets einfach, sehr fein, fadenförmig und körnig. Die einen gehen von der tiefsten Schicht des äusseren, die anderen von dem im Inneren der Centralkapsel befindlichen Protoplasma aus, wohin man sie sowohl bei dem lebenden, als bei dem mit Osmiumsäure behandelten Thiere verfolgen kann.

Ausser den Pseudopodien finden sich noch an den Austrittsstellen der Stacheln der Familie der Acanthometriden eigenthümliche, von der Oberfläche ausgehende Anhänge, die man ihrer speciellen Function wegen contractile Fäden genannt hat. Man sieht sie in Fig. 12 und 13. Sie unterscheiden sich von den Pseudopodien durch ihre Constanz und ihre Lagerung und sind um so kürzer, je zahlreicher sie sind. Beim lebenden Thiere scheinen sie homogen, sehr spitz, mit ihrer Basis an dem Stachel befestigt, dem sie fest anhängen und um welchen sie einen einfachen Kranz bilden. Sie scheinen nur eine Differenzirung des Protoplasma, von welchem sie ausgehen. Wenn man das Thier durch gelinden Druck auf das Deckgläschen reizt, so bewegen sie sich wurmförmig (R. Hertwig), ziehen sich zusammen, so dass sie cylindrisch erscheinen (*f* Fig. 13); Osmiumsäure contrahirt sie augenblicklich, wodurch sie sich von den Pseudopodien unterscheiden, die sich unter Einwirkung der Säure nur langsam zusammenziehen. Carmin färbt die contractilen Fäden weniger intensiv als die Kerne. Nach Hertwig's Annahme besteht ihre Function darin, dass sie das Protoplasma um die Stacheln zusammenziehen, und so die Bildung der Stachelscheiden ermöglichen, die sich in der That nur bei solchen Radiolarien finden, wo contractile Fäden vorkommen. Vielleicht begünstigen sie auch das Auf- und Absteigen des Thieres im Wasser durch die verschiedene Vertheilung des extracapsulären Protoplasma.

Wir wissen nur wenig über die Reproduction. R. Hertwig ist im Verlaufe seiner Untersuchungen Acanthometren begegnet, die nur einen einzigen Kern hatten und die er als junge Thiere betrachtet. Aber in noch so jungem Zustande hatten dieselben immer ein hinlänglich entwickeltes Skelet, um die Bestimmung der Art zu gestatten. Auch die gelben Zellen fanden sich schon in geringer Zahl und in Ge-

stalt kernloser körniger Massen. Der Kern dieser Jungen ist rund oder eiförmig mit einem grossen Nucleolus im Mittelpunkte, neben dem sich stets einige dunkle Körnchen finden. Nucleus und Nucleolus zeigen Umbildungen, die R. Hertwig genauer untersucht hat. (S. Organismus der Radiolarien S. 19 u. f.). Die Kerne nehmen eine sehr verwickelte faserige Structur an, ähnlich im Ansehen der von Bütschli, Strassburger u. A. bei den in der Theilungsperiode befindlichen Zellenkernen vorkommenden; nach Hertwig soll aber dieser Process nicht dieselbe Bedeutung haben. Diese Streifenbildung soll nach ihm von Faltungen der Membran der Kernkörperchen herrühren, wovon er sich durch Ausschälung derselben aus dem Kerne überzeugt habe. Die Umgestaltungen des Kernes sollen mit seiner Zerklüftung in Verbindung stehen, welche durch Einstülpung seiner Hüllwandungen eingeleitet werde. Die Theilstücke sollen sich bei den erwachsenen Thieren wieder verschmelzen und so Gebilde erzeugen, die man bei anderen Radiolarien als Keime beschrieben hat. Alle diese Punkte sind noch sehr dunkel und bedürfen erneuter Untersuchungen.

Das Skelet der Radiolarien bietet eine grosse Mannigfaltigkeit hinsichtlich der Gestalt, der Consistenz, der Structur und Zusammensetzung von weichen, nur aus organischer Substanz gebildeten Nadeln bis zu harten, sehr complicirten Kieselskeleten.

Das Skelet liegt bald gänzlich ausserhalb der Centralkapsel (Ectolithia), bald dringt es in dieselbe ein (Endolithia). Bei den ersteren besteht es meist aus isolirten, mehr oder minder zierlich in dem äusseren Protoplasma gruppirten Kieselstückchen.

Orientirung, Zahl und Structur der Nadeln (spicula) und Stacheln variiren sehr. Bei *Aulacantha* findet sich z. B. ein peripherisches Nadelskelet, von welchen die einen tangential zur Centralkapsel, die anderen radial angeordnet sind. Bei *Actinomma asteracanthion* wird die Protoplasmamasse von drei ineinander geschachtelten Kieselkapseln umhüllt, die durch sechs von der Centralkapsel ausgehende Stacheln zusammengehaltan werden und deren äusserste zahlreiche Dornen zeigt.

Die Stacheln können von gleicher oder auch sehr ungleicher (*Amphilonche*) Länge sein, regelmässig cylindrisch (*Haliommotidium*), oder zugespitzt (*Dorotaspis*), glatt oder mit Dornen (*Aulacantha*) oder Gabelspitzen (*Diplosphaera*) besetzt, einfach oder gegabelt (*Cladococcus bifurcus*) sehr dünn (*Acanthometra elastica*) oder sehr dick (*Diploconus*) etc. Ihre Verästelungen und Verbindungen führen endlich zur Bildung sehr eleganter, gefensterter Schalen in Form von Körben, Helmen, Gittern etc. Auch hinsichtlich der Art, wie sie sich mit ihren Basen verbinden, herrscht grosse Verschiedenheit.

Endlich kann das Skelet bei einzelnen nackten Gattungen ganz fehlen (*Thalassicolla, Collozoon*) oder nur aus einzelnen im Protoplasma zerstreuten Nädelchen bestehen (*Collodia*).

Die Centralkapsel der Radiolarien ist in ihrer Form ziemlich beständig, kugelig oder eiförmig. Ihre meist dünne Grenzmembran kann ziemlich dick werden, sich sogar in zwei Schichten darstellen und dann sieht man leicht die Poren zum Durchlass der Pseudopodien. Sie ist jedenfalls porös, doch lässt sich der Uebergang von Innen nach Aussen oft nur schwer ver-

folgen. R. Hertwig hat neuerdings bei *Aulosphaera* eine eigenthümliche Bildung beschrieben, wo die sonst continuirliche Wandung der Kapsel nur von zwei bis drei weiten Oeffnungen durchbrochen wird, durch welche das Protoplasma hindurchtritt. Unter dem Namen Monocyttarien hat man diejenigen Radiolarien zusammengefasst, die nur eine Centralkapsel besitzen, während die Polycyttarien diejenigen begreifen, die mehrere haben (*Collosphaera*, *Sphaerozoum*) und deshalb als Kolonien betrachtet werden können.

Das innere Protoplasma zeigt häufig Pigment. Die Körnchenströmungen gestatten, den Uebergang des inneren Protoplasma in das äussere zu verfolgen. Zuweilen häufen sich die Körnchen so an, dass sie die Kerne gänzlich verdecken, zumal wenn ausserdem noch Vacuolen und Fetttröpfchen vorhanden sind.

Das äussere Protoplasma ist meist heller und bildet eine homogene klare Schicht um die Centralkapsel. Körnchenströmungen bilden zuweilen darin eine regelmässige Zeichnung. Fast immer finden sich darin gelbe Zellen mit Kernen. Die Pseudopodien sind einfach oder verzweigt, strahlen nach allen Seiten aus und fliessen stellenweise zusammen. Sie gehen, wie wir bei A. elastica sehen, von dem Protoplasma ausserhalb wie innerhalb der Centralkapsel aus, nur sind sie im letzteren meist schwierig zu verfolgen wegen der Undurchsichtigkeit der Masse. Während sie bei der typischen Art nicht zahlreich und regelmässig vertheilt sind, zeigen sie sich bei den anderen meist in grosser Zahl, bündel- und haufenweise. Ihr Protoplasma ist stets körnig und durch Verschmelzung bilden sie Netze in der Art, wie wir sie bei den Foraminiferen beschrieben haben. Sie heften sich an die Beute, umschmelzen sie und ziehen sie langsam zum äusseren Protoplasma. In der Centralkapsel selbst findet man niemals fremde Körper, welche als Ueberbleibsel der Verdauung gelten könnten, während Reste von Algen und Infusorien, Diatomeenschalen etc. im äusseren Protoplasma sehr häufig sind (Haeckel).

Wenn auch Kerne nicht überall nachgewiesen sind, so ist es doch wahrscheinlich, dass sie stets vorhanden seien. Meist finden sich mehrere, immer in der Kapsel und umgeben von einer Membran mit einem Nucleolus im Inneren.

Die Radiolarien vermehren sich durch Theilung und Keimbildung. Doch kennen wir diese Vorgänge noch zu wenig, um Allgemeineres darüber sagen zu können. Theilung zeigt sich nur selten bei den Monocyttarien, ist aber von R. Hertwig bei *Aulosphaera* und einigen anderen Tripylideen nachgewiesen worden. Der Kern theilt sich in zwei Hälften und dann bildet sich auf der Centralkapsel eine Furche aus, die allmählich tiefer wird und sie schliesslich in zwei Hälften theilt. Man trifft Thiere, deren Centralkapsel eine Biscuitform hat. Dieser Zustand zeigt sich häufig bei den Polycyttarien, wo auch die ganze Kolonie sich theilen kann. Vielleicht werden auch bei letzteren einzelne Centralkapseln frei, um neue Kolonien zu bilden (J. Müller, Haeckel). Keimbildung ist bei Colliden (*Collozoum*) beobachtet worden. Der Kern spielt dabei eine wichtige Rolle; er zerklüftet sich und die Centralkapsel wächst in dem Maasse, als die Zahl der Kerne zunimmt. Die Kapsel zerreisst endlich, um eine Menge von ei- oder nierenförmigen Keimen austreten zu lassen, welche an einem Pole etwas zugespitzt sind. Diese Keime, die im Inneren einen Kern und einen Fetttropfen zeigen, schwimmen mittelst einer langen Geisel. Während der Reproductionsperiode werden die Pseudopodien eingezogen, die Fetttropfen und andere Concretionen aufgesogen und die Thiere selbst sinken auf den Grund.

Präparation der Radiolarien. Diese Hochseethiere finden sich in allen Meeren. Man fischt sie an der Oberfläche mit dem feinen Netze, das man von Zeit zu Zeit in einem Gefässe mit Meerwasser ausspült. Sie erhalten sich in den Aquarien nicht lange am Leben; man kann sie deshalb nur am Meere selbst studiren. Die Untersuchung des lebenden Thieres unter dem Mikroskope ist unerlässlich, lässt aber nur selten eine genauere Beobachtung des meist dunklen und stark gefärbten Inhaltes der Centralkapsel zu. Um diesen zu sehen, muss man das Object mit feinen Nadeln zerzupfen oder durch Druck zerquetschen. Glycerin hellt ebenfalls den Inhalt der Centralkapsel stark auf, macht aber mit Ausnahme der Acanthometriden das Skelet fast gänzlich unsichtbar, da es gleiche Lichtbrechung besitzt.

Um Dauerpräparate zu erhalten, befolgt man am besten folgende Methode. Man behandelt die Thiere während 2 bis 3 Minuten mit Osmiumsäure von 0,1 Proc., wäscht sorgsam aus, färbt (am besten nach Hertwig mit Beale'schem Carmin), wäscht wiederholt mit absolutem Alkohol, den man zuletzt mit Fliesspapier aufsaugt, legt sie in Nelkenöl und schliesst sie dann in Canadabalsam ein.

Literatur. J. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren. Abhandl. Akad. Berlin 1858. — E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie, Berlin 1862. — Ant. Schneider, Zur Kenntniss des Baues der Radiolarien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. — R. Hertwig, Zur Histologie der Radiolarien, Leipzig 1875. — R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879. — O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Radiolarienskelete. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Vol. XXXVI, 1881.

Unterkreis der Infusorien.

Einzellige, in allen Gewässern lebende Thiere, deren Protoplasma mehr differenzirt ist, als dasjenige der Rhizopoden. Eine äussere Membran fixirt die Umrisse ihres Körpers, der niemals Pseudopodien aussendet, aber meist mit Wimpercilien sehr verschiedener Beschaffenheit besetzt ist. Diese Protozoen besitzen ein oder mehrere contractile Bläschen, Kern und Kernkörperchen. Die Classification der Ordnungen beruht auf der Vertheilung oder Abwesenheit der Wimpercilien (Stein). Wir nehmen nach Claus folgende Ordnungen an:

1. *Suctoria*: Haben im erwachsenen Zustande keine Wimpercilien, aber Sangröhren in Form von Fühlern. Leben parasitisch auf anderen Infusorien (*Acineta, Podophrya*).

2. *Holotricha*: Der ganze Körper ist gleichmässig mit sehr feinen Wimpern bedeckt, die überall, mit Ausnahme der Mundgegend, gleiche Länge besitzen (*Trachelius, Paramecium*).

3. *Heterotricha*: Feine Wimpercilien auf der ganzen Körperperipherie und ausserdem lange und steife Cilien, die nach einer schiefen Linie oder einer Spirale um den Mund gestellt sind (*Bursaria*, *Stentor*, *Spirostomum*).

4. *Hypotricha*: Infusorien, bei welchen man eine abgeplattete Bauchseite und gewölbte Rückenseite unterscheiden kann. Auf der Bauchseite befinden sich der Mund und mehr oder minder zu Haken, Borsten, Griffeln etc. umgewandelte Cilien (*Euplotes*, *Oxytricha*, *Stylonychia*).

5. *Peritricha*: Der Körper ist meist nackt, aber um den Mund stehen lange Wimpern gereiht (*Vorticella*, *Carchesium*, *Tintinnus*).

Bemerkung. Neuerdings hat Ray-Lankester ein im Froschblute lebendes Infusorium ohne Wimpercilien beschrieben, das sich mittelst einer Wellenmembran bewegt, deren eine Ecke in eine lange Geisel ausläuft. Er hat es *Undulina ranarum* genannt und als Typus einer neuen Ordnung, *Undulinata*, aufgestellt.

Typus: *Paramecium aurelia* (Müller).

Dieses Infusorium ist eines der gemeinsten und gehört zu denen, welche die anatomischen Charaktere der Classe am besten zeigen. Wir ziehen es seiner Durchsichtigkeit wegen verwandten, ähnlich gebauten Arten vor, bei welchen die Anwesenheit gefärbter Körnchen unter der Cuticula die Differenzirung des inneren Protoplasma undeutlich macht (*P. bursaria*).

Man findet das Thier in Infusorien aller Art: im Wasser, worin Blumensträusse einige Tage gestanden haben, in Aufgüssen von Heu, in stehenden Gewässern. Es lebt noch mit Bacterien und Vibrionen fort, wenn alle übrigen organischen Stoffe schon in Zersetzung übergehen. Im Allgemeinen darf man aber in faulenden Wassern nicht nach Infusorien suchen; man findet nur Monaden und Bacterien darin.

Bei guter Beleuchtung sieht man schon mit blossem Auge im Wasser die Paramecien als kleine graue Punkte, die bei grösserer Vereinigung eine Art Wolke bilden. Man fängt sie mittelst eines Glasstäbchens, einer Feder oder einer Pipette, bringt den Wassertropfen, in welchem sie schwimmen, auf einen Objectträger, legt ein dünnes Deckgläschen auf und beobachtet zuerst unter schwacher Vergrösserung. Die dünne Schicht von Flüssigkeit unter dem Deckgläschen genügt meist, um den Paramecien jegliche Freiheit in ihren lebhaften Bewegungen zu gestatten. Um sie unter stärkeren Vergrösserungen untersuchen zu können, müssen sie fixirt werden. Man bewerkstelligt dies, indem man mittelst eines an den Rand des Deckgläschens herangeschobenen Stückchens Fliesspapier die Flüssigkeit aufsaugt, während man das zu beobachtende Individuum im Auge hält. Mit der linken Hand ver-

schiebt man nach Bedürfniss den Objectträger, während man mit der rechten das Fliesspapier dirigirt. Der Zwischenraum unter dem Deckgläschen wird um so geringer, je mehr die Flüssigkeit aufgesucht wird. Die Geschicklichkeit besteht darin, die ganze Operation so zu leiten, dass das Thierchen in seinen Bewegungen durch den Druck des Deckgläschens zwar gehemmt, aber nicht gequetscht wird.

Das gequetschte Thierchen zerfliesst leicht und verunstaltet sich; es umgiebt sich mit Vacuolen, die es nicht mehr erkennen lassen. Ist es zweckmässig fixirt, so beobachtet man unter Vergrösserungen von 400 bis 600 Durchmessern, welche die meisten Einzelheiten erkennen lassen.

Das Paramecium (Fig. 15) hat im Ganzen eine Eigestalt, welche am einen Ende abgerundeter ist als am andern. Seine Dicke ist, wie

Fig. 15.

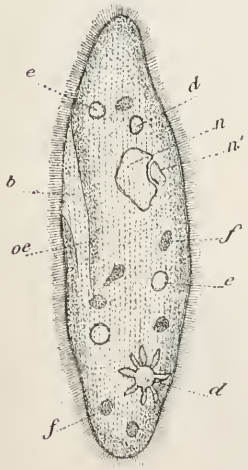


Fig. 16.

Fig. 17.

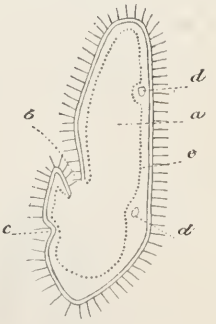


Fig. 15. *Paramecium aurelia* mit der Camera lucida gezeichnet. *b* Mund; *oe* Schlund; *d d* contractile Bläschen; *n* Kern; *n'* Nucleolus; *e e* nicht contractile, zufällige Vacuolen; *f f* Nahrungsballen.

Fig. 16. Kerne und nebenständige Nucleoli verschiedener Formen, unter der Camera lucida gezeichnet.

Fig 17. Schematische Figur des *Paramecium aurelia*. *a* Endosark; *e* Ectosark; *b* Mund; *c* After; *d d* contractile Bläschen.

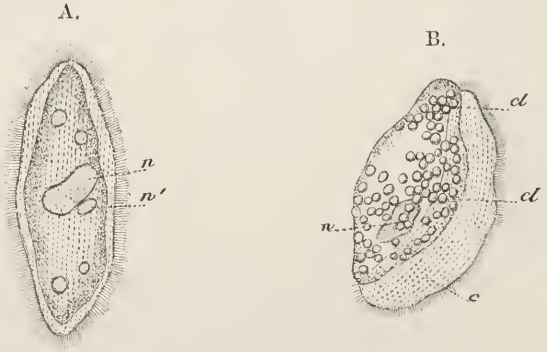
man leicht beobachten kann, wenn das Thier um seine Längsaxe rollend schwimmt, so bedeutend, dass ein Querschnitt durch die Körpermitte die Gestalt einer Kreisscheibe haben würde. Seine Umrisse sind scharf begrenzt, bei einigen Individuen etwas gewellt, und die Peripherie ist augenscheinlich dichter als der Inhalt, was den beiden Schichten Ectosark und Endosark entspricht.

Das Thier ist von einer feinen elastischen Cuticula umhüllt, die allen Bewegungen nachgiebt und mittelst Alkohol oder einprocentiger Chromsäure nachgewiesen werden kann. Bei Zufügung eines Tropfens dieser Reagentien zieht sich das Protoplasma zusammen und die Cuticula hebt sich mit den darauf sitzenden Wimpercilien oft auf bedeutenden Erstreckungen ab (Fig. 18). Da die Cuticula an den Rändern der Mundöffnung sich in den Schlund fortsetzt, so hebt sie sich nur selten vollständig ab; in den glücklichsten Fällen bleibt sie mit dem Körper durch eine Art Strang verbunden, der von der Auskleidung des Schlundes gebildet wird. Unter sehr starken Vergrösserungen zeigt sich die Cuticula fein gestreift, lässt aber niemals Lücken oder Oeffnungen gewahren, durch welche Wasser ein- und austreten könnte.

Die Cuticula ist mit Wimpercilien bedeckt, die in Wirklichkeit von der unterliegenden Schicht ausgehen, wovon man sich bei der Ansicht im Profil oder bei Untersuchung von mit Osmiumsäure behandelten Thierchen überzeugen kann; aber bei Anwendung der genannten Reagentien heben sich diese Cilien, wie gesagt, mit der Cuticula ab (Fig. 18).

Die Wimpercilien stehen in regelmässigen, parallelen Längsreihen und zeigen sehr lebhafte Bewegungen, die zwar nach der Zerstückelung

Fig. 18.



A. *Paramecium aurelia* nach Einwirkung von einprocentiger Chromsäurelösung. Das Protoplasma hat sich zusammengezogen, während die Cuticula ihre Form noch behalten hat; der Kern *n* und der Nucleolus *n'* sind körniger geworden. — B. *Paramecium bursaria*. Die Cuticula *c* mit den Wimperhaaren ist zerrissen und auf die Seite gedrängt durch die Einwirkung von Alkohol. *n* Kern; *c l* Chlorophyllkörnchen.

des Thieres noch fortdauern, aber doch dem Willen unterworfen sind, so dass das Thier nach Belieben ihre Bewegung einstellen kann; dadurch unterscheiden sie sich von den Cilien der gewöhnlichen Wimperepithelien. Sie haben fast überall gleiche Länge und Dicke, mit Ausnahme

des Hinterendes und der Schlundwandungen, wo sie etwas länger sind. Die Gattung Paramecium gehört demnach zu den Holotrichen.

Wenn man im Wasser etwas fein pulverisirten Carmin oder Indigo aufschwemmt, kann man sich leichter von der Bewegungsrichtung des Wimperstromes Rechenschaft geben. Die farbigen Körnchen circuliren um den Körper und in gewissen Augenblicken, wo die Wimpern der Mundöffnung und des Schlundes in Action treten, werden sie in die Tiefe des Schlundes hinabgewirbelt, wo sie kleine Ballen bilden, auf deren weiteres Schicksal wir zurückkommen werden.

Bei einer Vergrösserung von 700 bis 800 Durchmessern kann man im Ectosark kleine Stäbchen unterscheiden, die sich eng an einander drängen und mehr oder minder dichte Gruppen bilden. Sie fehlen bei manchen, in gewissen Wässern gefischten Individuen. Die Stäbchen sind im Inneren hohl und enthalten ein, selten deutlich sichtbares Fädchen, das hervorgeschnellt werden kann. Die Fädchen werden deutlicher, wenn man Essigsäure oder noch besser Tannin zusetzt, das sie sofort schwärzt. Die Homologie mit den Nesselzellen der Coelenteraten giebt diesen Elementen eine besondere Wichtigkeit, aber ihrer Kleinheit und Unbeständigkeit wegen sind sie nur unvollständig bekannt. Neue Beobachtungen über ihre Bildung und Function würden Interesse bieten.

An der Seite der vorderen Körperhälfte sieht man eine breite, offene Rinne, den Mund (*b* Fig. 15), der in einen weiten trichterförmigen Schlund (*oe*) führt, welcher schief gegen die Körperaxe nach innen gerichtet ist und dessen Ende mit dem inneren Protoplasma in directer Verbindung steht. Durch diesen Schlundtrichter dringen die Nahrungsstoffe in den Körper ein. Wenn das Infusorium z. B. eine Diatomee verschlingt, so wird diese von dem Protoplasma umgeben, sobald sie am Grunde des Schlundes angelangt ist und von dort durch die Contractionen des Endosark weiter nach innen geschoben. Die Verdauung geht nur langsam von Statten und sobald sie beendet ist, werden die Reste durch eine Oeffnung ausgestossen, die sich bei jeder Entleerung, aber immer an derselben Stelle, neu zu bilden scheint. Diese Oeffnung, welche man den After genannt hat (*c* Fig. 17), lässt sich bei lebenden Thieren nur im Augenblicke der Entleerung wahrnehmen; sie erscheint auf derselben Seite wie der Mund und etwas hinter demselben.

Es giebt kein Darmrohr mit differenzirter Wandung; die Nahrungsballen bewegen sich in Form von Kügelchen, in dem Protoplasma der Verdauungshöhle auf Wegen, welche sie sich selbst bahnen und die nicht vorgezeichnet sind. Man kann sich von dem Mechanismus der Aufnahme, Verdauung und Ausstossung dieser Nahrungsballen Rechenschaft ablegen, indem man den Weg eines Diatomeenpanzers oder noch besser, eines gefärbten Nahrungsballens verfolgt.

Wir sagten schon, dass die Farbekörnchen sich im Schlunde zu Ballen kugeln, welche in das Innere abgestossen werden, sobald sie eine gewisse Grösse erreicht haben. Ein zweiter Ballen bildet sich unmittelbar nach Abstossung des ersten und so weiter. Der Farbestoff ist so nach einiger Zeit in Gestalt körniger Kügelchen im Inneren des Körpers vertheilt. Durch die wirbelnde Bewegung des Protoplasma werden diese Kügelchen zuerst nach hinten getrieben, gleiten dann längs der dem Munde entgegengesetzten Körperwand nach vorn und kommen von dort wieder zurück. Diese Drehbewegung kann sehr lange fortdauern. Schliesslich werden die Ballen durch den After ausgestossen. Ehrenberg hatte aus der Beobachtung dieser regelmässigen Bewegung der Nahrungsballen auf die Anwesenheit eines begrenzten Darmcanales geschlossen.

Die Nahrungsballen werden oft von einem durch das Protoplasma gebildeten, wasserhellen Hofe umschlossen; dieser Hof hat keine Wandung, denn zuweilen verschmelzen zwei Nahrungsballen mit einander, während andere zerfallen und ihre Körnchen in dem Protoplasma sich zerstreuen.

Die Paramecien verschlingen häufig Diatomeen oder Chlorophyllkörner; wir haben sie niemals andere Infusorien fressen gesehen. Die gelben und grünen Algensporen, die man im Inneren sieht, dürfen nicht mit den constanten grünen Chlorophyllkörnern verwechselt werden, die man im Ectosark mancher Arten, wie *Paramecium bursaria Stentor polymorphus* etc. antrifft.

An den beiden Körperenden befinden sich die contractilen Bläschen (*d d* Fig. 15), die sich abwechselnd ausdehnen, mit einer wasserhellen durchsichtigen Flüssigkeit anfüllen und dieselbe entleeren. Die beiden Bläschen stehen nicht in sichtbarer Beziehung zu einander. Sie liegen im Ectosark, wovon man sich leicht überzeugen kann, indem man das Deckgläschen leise anstösst, so dass das Thier sich auf die Seite dreht und im Profil zeigt. Die Schnelligkeit der Contractionen wechselt je nach den Zuständen des Individuums. Bei Systole verschwindet das Bläschen vollkommen und man sieht der die Körnchen des Protoplasma an der Stelle zusammenströmen, die es einnahm. Nach einigen Secunden erscheint es aber wieder an demselben Ort, wenn das Thier nicht zu sehr comprimirt ist.

Um das Bläschen herum zeigen sich Räume, die je nach ihren Contractionszuständen spindel-, trichter- oder stabförmig erscheinen. Diese in Radien gestellten Hohlräume bilden sich in der Schicht des Ectosark — sie stellen wohl die Wege der Flüssigkeitsströme dar, welche durch die Systole hervorgebracht werden. Im Augenblicke, wo die Systole beginnt, zeigen sich diese Scheingefässe in einiger Entfernung von den Bläschen in Gestalt eiförmiger Hohlräume, die sich bei fortschreitender Systole verlängern und verbreitern. Nahe dem Höhe-

punkte der Systole stehen sie in offener Verbindung mit dem Bläschen, das dann eine charakteristische Sternfigur zeigt (Fig. 15, *d* unten). Bei guter Beleuchtung kann man die distalen Endigungen dieser Gefässe weit in den Körper hinein verfolgen, doch haben wir sie niemals bis zur Cuticula nachweisen können. Bei sterbenden Individuen verzweigt sich zuweilen das Ende. Auf dem Höhepunkte der Systole, wenn das Bläschen ganz verschwunden ist, sieht man häufig noch die ausstrahlenden Gefässe sehr angeschwollen, in anderen Fällen aber verschwinden sie sofort, ohne eine Spur zurückzulassen.

Während der Diastole zeigen sich diese Scheingefässe während einiger Augenblicke in Gestalt von Trichtern, deren weiteres Ende in das Bläschen einmündet, während die Spitze nach der Peripherie ausstrahlt. Auf dem Höhepunkte der Diastole erscheint das Bläschen vollkommen rund, mit Flüssigkeit gefüllt, ohne Spur von Ausstrahlungen, die oben bald bei der Systole wieder auftreten.

Meistens ist eines der Bläschen in Systole, während das andere in Diastole ist. Doch hat diese Wechselfunction keine Regel. Beide können gleichzeitig in Systole oder Diastole sich befinden. Zuweilen sucht man sie vergebens bei kranken Individuen, welche nach einer doppelten Systole nicht mehr im Stande waren, neue zu bilden.

Wenn man die Lagerung der einzelnen Sterncanäle durch Fixpunkte sich genauer bezeichnet, so kann man sich von der Richtigkeit der früher von Joh. Müller gemachten und von Claparède bestätigten Beobachtung überzeugen, dass diese Canäle, wie die Bläschen, stets an derselben Stelle wieder auftreten, dass sie also abwechselnd die Rolle zu- und abführender Canäle spielen. *Oxytricha multipes*, das sich in Teichen, *Enchelyodon farctus*, das sich in torfigen Wassern findet und die verschiedenen Arten von *Prorodon* eignen sich besonders zur Untersuchung der contractilen Bläschen und sind in dieser Beziehung den *Paramecien* vorzuziehen.

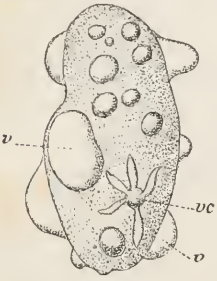
Bei starkem Drucke zieht sich das Bläschen zuweilen in Form einer 8 aus oder theilt sich selbst in zwei Hälften, welche einige Zeit zu schlagen fortfahren. Diese Thatsache scheint uns gegen diejenigen Beobachter zu sprechen, welche dem Bläschen eine besondere Haut zuschreiben. Wir dürfen übrigens behaupten, dass alle Versuche, die man anstellen kann, um bei unserem Paramecium die Existenz einer solchen Grenzmembran nachzuweisen, erfolglos bleiben werden. Das Ammoniak und besonders die Essigsäure, welche das Infusorium zerklüften, erhalten niemals das Bläschen in isolirtem Zustande. Man ist nicht glücklicher bei Anwendung vorsichtigen Druckes. Ausserdem ist es klar, dass man in dem Falle, wo das Bläschen eine differenzirte Haut besässe, stets eine Spur derselben sehen müsste, was nicht möglich ist.

Fernere Untersuchungen müssen namentlich auf die Beziehungen gerichtet werden, welche zwischen dem Bläschen einerseits, dem um-

gebenden Wasser, dem Mund oder dem After andererseits existiren könnten. Bis jetzt hat man bei den Paramecien keine derartigen Communicationen nachweisen können. Farbestoffe, mögen sie auch noch so fein zertheilt sein, dringen niemals in die Bläschen ein, wie es doch wohl geschehen müsste, wenn dieselben wirklich eine Oeffnung nach aussen hätten. Fernere Untersuchungen über diesen Punkt sind zu wünschen.

Paramecium zeigt häufig, ausser den contractilen Bläschen, noch klare Räume, Vacuolen, die durchaus keine Beständigkeit besitzen. Diese Vacuolen vermehren sich ungemein und wulsten sich auf allen Seiten hervor, sobald das Thier auf dem Punkte steht, zu vertrocknen (Fig. 19). Man kann diese Bildung demnach bis zu einem gewissen Grade als eine pathologische Erscheinung auffassen. Doch sieht man häufig auch bei sonst ganz gesunden Individuen zwischen dem Kerne und den contractilen Bläschen Vacuolen auftreten, die den Anfänger leicht in die Irre führen, da sie den Kern verdecken und nur schwer auffinden lassen.

Fig. 19.



Paramecium aurelia, durch Wassermangel verunstaltet. Die Contouren verwischen sich und grosse Vacuolen, *v*, treten im Inneren und auf der Oberfläche des Körpers hervor, *vc*, contractiles Bläschen in Sternform.

Zwischen den contractilen Bläschen liegt, bald in der Mitte des Körpers, bald etwas weiter nach hinten der Nucleus, der im frischen Zustande durch die Wimpercilien einigermaassen verhüllt wird, und daneben in mehr oder minder inniger Verbindung mit ihm, der Nucleolus. Beide sind hell und ihre Umrisse lassen sich nur bei gewisser Beleuchtung wahrnehmen. Um ihr Bild klarer herzustellen, muss man den Spiegel und die Blendscheiben des Mikroskops zu Hülfe nehmen. Die Nahrungsstoffe, welche in dem Parenchym circuliren, verdecken diese Körper oft gänzlich.

Der Nucleus ist meist rund oder eiförmig, zuweilen verunstaltet und stark in die Länge gezogen, doch niemals so sehr, dass er, wie bei den Vorticellien, bandförmig würde. In der Figur 15, die mit der Camera lucida gezeichnet wurde, erscheinen die Umrisse des Kernes (*n*) etwas unregelmässig; wir haben sie hier so gezeichnet, weil sie sich am häufigsten in dieser Weise zeigen, wenn das Thier unter dem Drucke eines Deckgläschens beobachtet wird. In der Fig. 16 haben wir verschiedene Erscheinungsweisen von Nucleus und Nucleolus dargestellt.

Der Umstand, dass der Nucleus sich so leicht verunstaltet, dürfte gegen die Existenz einer Umhüllungshaut sprechen, die indessen doch gewissermaassen durch eine Verdichtung seines Protoplasma an der

Oberfläche hergestellt zu werden scheint. Bütschli will diese Haut besonders bei *Stylonychia mytilus* beobachtet haben, wo sie während des Lebens durch eine Flüssigkeitsschicht von dem Nucleus getrennt ist; durch verdünnte Essigsäure tritt sie noch deutlicher hervor.

Bei der Theilung schnürt sich der Nucleus in Gestalt einer 8 ein, wobei er zugleich körnig und leichter sichtbar wird (Fig. 16). Zuweilen zerfällt er in Stücke, ohne dass der Körper in diesem Processe Folge leistete; wahrscheinlich steht diese Erscheinung mit der inneren Reproduction in Verbindung.

Der Nucleolus ist dem Nucleus sehr ähnlich, fast stets kleiner als dieser. Zuweilen liegt er getrennt, meist aber ist er fest an den Nucleus gekittet oder auch in eine Grube, eine Art Einstülpung des Nucleus eingebettet. Beide Organe sind oft so in eines verbunden, dass man sie ohne Anwendung von Reagentien nicht unterscheiden kann. Zuweilen ist der Nucleolus fein gestreift, als wäre er mit unbeweglichen Bacterien, wahrscheinlich parasitischer Natur, erfüllt; häufiger aber scheint es eine physikalische Modification der Substanz zu sein, die auch auf den Nucleus übergehen kann. Um Nucleus und Nucleolus gut zu sehen, muss man einprocentige Essigsäure anwenden.

Die gewöhnlichste Art der Fortpflanzung, die bei dem Paramecium zu jeder Zeit am leichtesten zu Resultaten führt, ist die Theilung. Diese Theilung vollzieht sich der Länge oder der Quere nach; jedoch hält es in letzterem Falle ohne eine Beobachtung von langer Dauer sehr schwierig zu beurtheilen, ob sich das Thier in Theilung oder in Copulation befindet.

Die Theilung beginnt damit, dass sich der Nucleus in der Mitte zusammenzieht und dadurch dem umgebenden Protoplasma die Theilbildungsbewegung mittheilt; die Einschnürung tritt sodann immer bestimmter hervor, und das Thier nimmt die Gestalt einer 8 an, deren hinterer Theil sich in eine neue Mundrinne vertieft, die immer deutlicher wird in dem Maasse wie die Theilung fortschreitet. Man sieht zugleich zwei neue contractile Bläschen erscheinen, während die alten in den entsprechenden Hälften fortbestehen. Die Einschnürung des Nucleus geht der des Körpers voraus, so dass ersterer schon in zwei Theile geschieden ist, wenn sich der Körper erst einfach zusammenzieht, wie es Fig. 20 (a. f. S.) zeigt, die ein mit Osmiumsäure behandeltes Individuum darstellt. Die beiden neuen Infusorien schwimmen lange zusammen, oft durch eine dünne Verlängerung an einander gehalten, ehe sie sich endgültig trennen.

In diesem Momente scheint der Nucleolus mit dem Nucleus zusammengeschmolzen zu sein, wobei letzterer in seinem Aussehen sehr wechselt.

Die Conjugation beginnt damit, dass sich die beiden Individuen mit der Mundseite nähern; sie verbinden sich dann innig mit einander

und verlieren auf den Berührungsflächen die Wimpercilien. Sobald sie in dieser Weise vereinigt sind, blasen sich die Nuclei auf, werden umgestaltet, verlängern sich, rollen sich wie zu einem Knäuel zusammen, theilen sich sodann wieder in sehr kleine Kügelchen, die sich im Endosark zerstreuen, und verschwinden endlich, um an ihrem Platze kugelige Körperchen entstehen zu lassen, die von einigen Autoren für Eier oder Keimkügelchen erklärt worden sind, und die zusammenwachsen, bis sie einen neuen Nucleus bilden, der aus den Trümmern des alten entstanden ist; wir enthalten uns unserer Ansicht über diese Erscheinung, zumal die Autoren selbst nicht in ihren Auslegungen mit einander übereinstimmen und unsere eigenen Forschungen uns nicht zu der Ueberzeugung von der Richtigkeit der einen oder anderen geführt haben.

Während des beschriebenen Vorganges geht mit dem Nucleolus etwas ähnliches vor; er theilt sich zunächst in vier, dann in acht ab-

Fig. 20. Fig. 21.

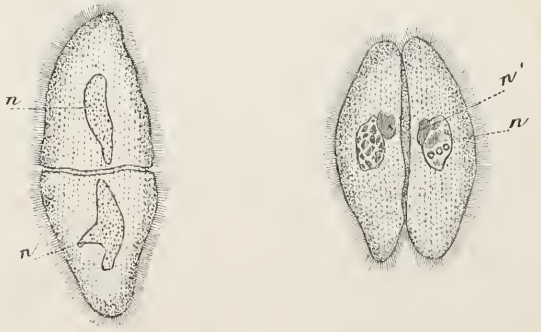


Fig. 20. *Paramecium aurelia* in Quertheilung begriffen. Der Kern *n* hat sich in zwei Kerne getheilt. Man sieht keine Nucleolen.

Fig. 21. *Paramecium aurelia*. Conjugation zweier Individuen mit der Bauchseite. Die Kerne *n* sind mit Körnchenhaufen erfüllt und stehen auf dem Punkte, sich zu zerstückeln. Die Nucleolen haben faseriges Ansehen. Beide Figuren sind mit der *Camera lucida* noch frisch mit Osmiumsäure fixirten und mit Pikrocarmin gefärbten Individuen gezeichnet.

gerundete Stücke, welche Längsstreifen zeigen, die nach zwei entgegengesetzten Punkten, den Polen, convergiren, ganz so wie es die Zellen der Gewebe zeigen, wenn sie in Vermehrung begriffen sind. Diese gestreiften Stückchen bilden, indem sie sich wieder vereinigen, einen neuen Nucleolus.

Die Zeitdauer der Conjugation ist eine sehr verschiedene, sie kann mehrere Tage währen. Um sie zu beobachten, isolirt man am besten die betreffenden Individuen in Glaszellen von 1 mm Dicke, in denen

man mittelst eines Baumwollenfadens, der die Rolle eines Hebers spielt und dessen eines Ende unter das Deckgläschen gebracht wird, während das andere in ein Glas mit Wasser taucht, einen beständigen Wasserzufluss unterhält.

Selten gelingt es, den Anfang der Conjugation wahrzunehmen und die schliessliche Trennung der beiden Individuen zu constatiren; Bütschli schlägt zu diesem Zwecke vor, eine gewisse Anzahl von in der Conjugation begriffenen Paaren zu isoliren und die Dauer der Conjugation in der Weise abzuschätzen, dass man als mittlere Dauer die Zeit annimmt, die bis zur Trennung des letzten Paares verfliesst. Für lange anhaltende Untersuchungen bewahrt derselbe Forscher die conjugirten Paare in einem Uhrglase auf und ernährt sie mit Muskelfasern.

Um sich genau über die Einzelheiten des Baues der Nuclei und Nucleoli während der Conjugation und Theilung Rechenschaft zu geben, kommt es darauf an, bei der Isolirung einen Druck auf das Deckgläschen auszuüben, welcher genügt, um die Cuticula zu sprengen, und das Protoplasma herausdringen zu lassen, von dem dann die Nuclei zu trennen sind.

Präparation und Conservation der Infusorien.

Ammoniak ist das vorzüglichste Lösungsmittel zur Präparirung der Infusorien. Wir empfehlen dieses Reagens namentlich dem Anfänger, welcher zum ersten Male auf Formen stösst, deren anatomischen Charakter er noch nicht kennt, und dem es Mühe macht, zu unterscheiden, ob er es mit einem Infusorium oder vegetabilischen Organismen zu thun hat. Ein Tropfen Ammoniak, auch schon die Dämpfe dieses Alkalis genügen, um die Infusorien unbeweglich zu machen und aufzulösen, oder besser, sie in eine Menge kleiner Theilchen zu zerlegen, die eine ausgesprochene Brown'sche Molekularbewegung haben, während die Sporen von Algen etc. zwar ihr Flagellum gänzlich verlieren, aber ihre Formen und Farben beibehalten.

Essigsäure wirkt ähnlich wie Ammoniak, doch in weit schwächerem Grade. Eine Spur davon genügt, um augenblicklich die Bewegung der Wimpercilien aufzuhalten; die Contouren des Thieres verwischen sich, der ganze Körper wird hell, der Nucleus bleibt allein sichtbar und schwillt auf, ehe er sich selbst ganz auflöst. Man bedient sich dieses Reagensmittels zum Studium des von seiner Umhüllung befreiten Nucleus.

Alkohol und Chromsäure leisten gute Dienste beim Studium der Cuticula, von der sie das Protoplasma trennen, indem sie es zum Gerinnen bringen. Osmiumsäure und Sublimat, die wir bei Gelegenheit

der Conservation der Infusorien noch besprechen werden, sind die besten bekannten Fixationsmittel, namentlich das letztere verleiht den Wimpercilien grosse Deutlichkeit.

Das Protoplasma lässt sich färben, selbst wenn die Infusorien noch am Leben sind. Zu diesem Zwecke muss man sich des Quinolinblau (Certes), oder des Bismarckbraun (Brandt, Henneguy) bedienen. Es ist unbedingt nothwendig, dass diese Anilinfarben vollständig neutral seien. Lässt man einen Tropfen davon unter das Deckgläschen sickern, so färben sich die Infusorien sofort und setzen dabei ihre Bewegungen mehrere Tage fort.

Für permanente mikroskopische Präparate kann man sich aller Farbstoffe bedienen, doch geben Essig- und Pikrocarmin immer die besten Resultate.

Wir haben *Paramecium*, *Balantidium* etc., die in Essigcarmin gefärbt sind, seit mehreren Monaten in gutem Zustande aufbewahrt, und zwar in einer Mischung von 50 zu 100 Theilen Wasser und Glycerin. Sie zeigen den Nucleus, den Nucleolus und die Mundrinne sehr schön, doch sind die Wimpercilien vollständig verschwunden.

Fr. Meyer empfiehlt als Aufbewahrungsflüssigkeit eine Lösung von 4 Theilen Wasser, 1 Theil Glycerin, wozu man $^1/_{10}$ Salicylsäure fügt.

Aber ein noch viel besseres Conservationsverfahren ist das von Max Schultze sehr empfohlene und von A. Certes vervollkommnete; es basirt auf der Wirkung der Osmiumsäure. Das Verfahren ist folgendes:

Man gruppirt auf einer Glasplatte in ein und demselben Tropfen Wasser alle Typen, die man zu conserviren gedenkt, dann stürzt man die Platte schnell um und bringt sie über die Oeffnung eines Fläschchens mit sehr weitem Halse, das eine Lösung von zweiprocentiger Osmiumsäure enthält. Die Dämpfe der Säure tödten die Infusorien augenblicklich. Um eine vollständige Fixirung zu erhalten, lässt man die Säure mehrere Minuten einwirken. Würde man die Infusorien der Einwirkung zu lange aussetzen, so würden sie schwarz und das Präparat dunkel werden. Hierauf bedeckt man den Wassertropfen mit einem Deckgläschen, an dessen Rande man einen Tropfen von einer Lösung ansetzt, die 1 Theil Wasser, 1 Theil Glycerin und 1 Theil einprocentiges Pikrocarmin enthält; dann überlässt man das Präparat 24 bis 48 Stunden sich selbst. Das vom Carmin gefärbte Glycerin dringt allmälig unter das Deckgläschen und färbt langsam den Nucleus. Wenn man die Färbung für genügend hält, kann man die gefärbte Flüssigkeit durch gewöhnliches Glycerin mit einem Drittel Wasser ersetzen, welches man mittelst eines Stückchens Fliesspapier eindringen lässt. Dann reinigt man das Präparat und verschliesst es.

Die Infusorien mit contractilem Stiele (*Vorticellen*) müssen noch schneller fixirt werden, indem man direct einen Tropfen von der Osmiumlösung einfliessen lässt, die man dann mit dem Fliesspapier wieder aufsaugt. Dieses Verfahren ist sehr vortheilhaft für die Fixirung der Cilien aller Infusorien, doch muss es mit grosser Aufmerksamkeit ausgeführt werden, damit die Schwärzung des Präparats vermieden werde.

Man erlangt auf diese Weise prächtige Präparate, die alle Eigenthümlichkeiten aufweisen, welche man an den lebenden Wesen constatiren kann, mit Ausnahme der contractilen Bläschen, die gewöhnlich Zeit finden, sich zu schliessen.

Nach dieser Methode bewahren wir seit einer Reihe von Jahren Parameciumpräparate auf, die sich gleich schön und sauber zeigen wie am ersten Tage. Die Chlorophyllkörnchen oder andere gefärbte Bläschen sind nicht verändert. Auf lange Zeit hinaus bleicht indessen die rothe Färbung der Nuclei.

Ein anderes Verfahren, welches gleichfalls schöne Resultate liefert, wird von Herrn Professor G. Du Plessis angegeben.

Es besteht darin, die Infusorien in einer Lösung von Quecksilbersublimat im Verhältniss von 1 zu 500 Theilen zu tödten, indem man einen Tropfen dieser Lösung dem Wassertropfen zufügt, welcher die Thiere enthält. Dann lässt man diese bis zur Trockenheit verdampfen, prüft, ob die Individuen nicht zerspalten sind, in welchem Falle man wieder von vorne anfangen muss, und färbt mit neutralem Carmin, mit Bismarckbraun, mit einer Anilinfarbe, die im Handel unter dem Namen „Nachtblau" bekannt ist, oder endlich mit Cochenilletinctur. Dann entzieht man das Wasser mit absolutem Alkohol, klärt das Präparat mittelst eines Tropfens Nelkenöls auf und conservirt es in Canadabalsam. Solche Präparate, vor mehreren Jahren hergestellt, haben ihre ganze Frische bewahrt.

Ehe wir schliessen, wollen wir noch die Aufmerksamkeit darauf hinlenken, wie interessant es ist, mehrere Generationen von Infusorien in ein und demselben Fläschchen zu verfolgen. Letzteres ist ein Mikrokosmus, in welchem der Kampf ums Dasein von einer unendlichen Menge von Keimen geführt wird, die sich oft erst entwickeln, wenn die vorausgehenden Generationen verschwunden sind.

Die Consistenz der Cuticula variirt vielfach in den verschiedenen Gruppen von Infusorien; sie verdickt sich bei einigen und wird sogar ein wirklicher Rückenpanzer, wie dies bei gewissen Hypotrichen der Fall ist (*Stylonychia, Euplotes, Coleps*). Andere Infusorien (*Freia, Vaginicola*) sondern eine mehr oder weniger durchsichtige Röhre ab, auf deren Grund sie sich zurückziehen.

Die Cilien können sich in Fäden, Ruder, Füsse, Häkchen umbilden, die mehr oder weniger beweglich sind und mittelst welcher einige Arten wirkliche Sprünge ausführen. Die Ruder der Oxytricha bieten eine Faserstructur dar und haben die Neigung, sich der Länge nach zu spalten, was sehr deut-

lich veranschaulicht, dass sie aus Cilien entstehen, die mit einander verklebt sind. Uebrigens gelingt es vollkommen, diese Verklebung durch Aufweichung in sehr wässeriger Osmiumsäurelösung aufzuheben (Du Plessis).

Das Ectosark zeigt zuweilen Streifen von muskelartigem Aussehen, die der Körperaxe parallel (*Prorodon*) oder schräg zu ihr (*Spirostomum*) verlaufen. Der Muskel des contractilen Stieles der Vorticellen zeigt eine feinfaserige Structur. Bei allen gestielten Infusorien ist übrigens der Stiel aus einer Verlängerung der Cuticula und im Inneren aus einem Muskel zusammengesetzt, der eine Verlängerung des Ectosark zu sein scheint. Bei denen, die eine Colonie bilden, ist der Stiel bald für jedes Individuum abgesondert (*Vorticella*, *Carchesium*), bald in alle Zweige der Colonie verästelt (*Zoothamnium*), was die einzelnen Individuen mehr oder weniger von einander abhängig macht. Endlich kann auch der Muskel vollständig fehlen (der uneinziehbare Stiel der *Epistylis*).

Bei einigen Arten schliesst das Estosark auch gelbe oder grüne Chlorophyllkörperchen ein (*Paramecium bursaria*, *Bursaria leucas*, *Stentor polymorphus*), welche K. Brandt in einer kürzlich erschienenen Abhandlung als einzellige Algen betrachtet und aus denen er die Gattungen *Zoochlorella* und *Zooxanthella* macht. Dies würde ein Fall von Symbiose sein, wo eine Alge ihr Leben dem eines Thieres associirt. (Brandt, Der Naturforscher, 1882. Vergl. auch die Anmerkung auf S. 69.)

Die Zahl der contractilen Bläschen variirt je nach den Arten und wird bei einzelnen sehr gross (*Trachelius ovum*). Zuweilen scheinen sie durch ganz kleine Oeffnungen nach aussen zu communiciren. Bei *Spirostomum* nimmt dieses Bläschen den hinteren Theil des Körpers ein und verlängert sich in einen permanenten Canal, der längs der dem Munde entgegengesetzten Körperwand hinläuft.

Form und Lage des Mundes sind gleichfalls sehr wechselnd. Bei den Vorticellen ist der Mund mit einem scheibenförmigen Deckel versehen, bleibt aber sonst immer offen; zuweilen zeigt er sich als eine einfache Spalte, zuweilen ist er rund oder oval; meist ist er von ziemlich starken Wimpercilien umgeben, die oft auf einer Anschwellung, dem Peristom, angewachsen sind. Er liegt entweder sehr nahe an der Oberfläche oder auf dem Grunde eines Vestibulum von verschiedenartiger Gestalt. Oft zeigt sich der Mund nur in dem Augenblicke, wo die Nahrung eingenommen wird (*Amphileptus* etc.), auch kann er gänzlich fehlen (*Opalina*). Bei *Chilodon*, *Nassula* etc. weist die Speiseröhre ein Bündel sehr feiner Stäbchen auf, die in Form einer Fischreuse gruppirt sind; bei *Lacrymaria*, *Enchelyodon* ist sie mit fächerähnlichen Längsfalten versehen, die ihre Ausdehnung begünstigen. Die Fangfäden der *Acineten* sind im Stande, sich bedeutend, ja bis zur zehn- oder zwölffachen Körperlänge auszudehnen. Sie tragen an ihrem Ende einen Saugnapf, der sich auf die Beute heftet; sind die Saugwerkzeuge in Thätigkeit, so erweitern sie sich und man sieht allmählich die im Körper der Beute enthaltenen Körnchen in die Acinete übergehen. Diese Saugfäden ersetzen den Mund.

Die Infusorien besitzen keinen eigentlichen Verdauungscanal. Doch hat Balbiani bei *Didinium nasutum* einen Schlund oder eine Art Speiseröhre beschrieben. Dieselbe ist mit spindelförmigen, festen und nicht unter einander verbundenen Stäbchen besetzt, die, auf die Beute geworfen, dieselbe der Bewegung berauben. Diese Speiseröhre soll nach innen in einen geraden Darmcanal übergehen, der sich in einem After an dem dem Munde entgegengesetzten Körpertheile öffnet. Das Ganze soll besondere Wände haben, die einfach durch eine dichtere Schicht des Parenchyms gebildet sind. Diese Be-

schreibung von Balbiani, sowie die Thatsache, dass der Mund, der Darmcanal und der After nur zu Tage treten, wenn die Beute in den Körper übergeht, sonst aber durch keine bestimmte Linie bemerkbar sein sollen, scheint uns das Recht zu geben, dieses Infusorium in die allgemeine Regel einzuschalten, die wir in der Einleitung besprochen haben.

Was nun den After anbetrifft, so hat dieser bei einigen Arten nicht aufgefunden werden können; er zeigt sich im Allgemeinen nur in dem Augenblicke, wo die Excremente abgesetzt werden. Seine Lage ist eine sehr verschiedene; bei den *Stentoren* befindet er sich neben dem Munde, bei den *Vorticellen* im Vestibulum.

Der Nucleus ist meist rund oder oval, doch haben die *Vorticellen* einen band- oder hufeisenförmigen Kern, während er bei *Spirostomum ambiguum* länglich und schnürenförmig ist. Der Nucleolus ist weit weniger constant als der Nucleus; er hat bei einer grossen Zahl von Infusorien nicht constatirt werden können und tritt oft nur im Momente der Fortpflanzung zu Tage; seine Beziehungen zum Nucleus variiren ebenfalls ins Unendliche; bald liegt er entfernt von ihm, bald ist er wieder innig mit ihm verbunden.

Wir müssen hier die von Balbiani und Stein vertheidigte Ansicht erwähnen, wonach der Nucleus als Eierstock, der Nucleolus als Hode betrachtet wird. Die Thatsache, dass das Protoplasma des Nucleus sich theilt und in kleine Körperchen zerlegt, die selbst einen Nucleus bekommen und allmählich dem Mutterindividuum ähnlich werden, wie dies von Stein bei den Acineten, von Lachmann, Claparède und anderen Forschern bei den *Vorticellen* constatirt worden ist, hatte dahin geführt, den Nucleus als eine weibliche Drüse anzusehen. Das Vorhandensein von beweglichen Stäbchen im Nucleolus, die für Zoospermen angesehen wurden, schien diesen zu einer männlichen Drüse zu machen. Von da hatte man nur noch einen Schritt zu thun, um die geschlechtliche Fortpflanzung anzunehmen.

Die Conjugation, die dann nur eine Art Copulation werden würde, wäre nach Balbiani das Vorspiel zur Fortpflanzung; die Samenmassen (Zoospermen) der Nucleoli würden sich mit den Nuclei vereinigen, sie befruchten, und letztere, dadurch umfangreicher geworden, würden Eier absondern, welche sich durch die Entwicklung eines contractilen Bläschens und eines Nucleus in Embryonen umbilden würden.

Für Stein würde die Conjugation, ohne die Idee der Copulation daran zu knüpfen, nur den Zweck haben, die Bildung und Weiterentwicklung neuer Nuclei und im Besonderen ihre Zerlegung in Keimkörper zu erleichtern.

Balbiani glaubte, dass die entwickelten Eier ausgestossen würden. Stein dagegen glaubte, dass die Jungen, die er im Körper von *Stylonychia mytilus* und *Loxodes* gesehen haben wollte, sich im Mutterkörper entwickelten und denselben durch eine besondere Oeffnung verliessen, um als Embryonen herauszukommen, die sich nachher zu Acineten entwickelten. Aber Balbiani hat später bewiesen, dass diese sogenannten Embryonen der genannten Infusorien nur schmarotzende Acineten waren. Sicher ist, dass es bis jetzt noch nicht gelungen ist, ihre Entwicklung zu verfolgen und ihre Metamorphosen zu constatiren. Die neuesten Forschungen von Bütschli zwingen uns, die eben ausgeführten Ansichten aufzugeben.

Die Conjugation beginnt nach Bütschli bald mit der Bauchfläche (*Paramecium*, *Spirostomum*) und ähnelt dann einer Längstheilung, bald mit dem Körperende, wenn der Mund des Infusoriums diese Stellung inne hat (*Coleps, Halteria*), und kann dann mit der Quertheilung verwechselt werden. Aber zwischen diesen beiden Arten der terminalen und seitlichen Conjugation

giebt es mehrere Uebergangsformen. Die Acineten conjugiren sich ohne Unterschied auf allen beliebigen Punkten des Körpers.

Bütschli hat, indem er die Analogie der Umwandlungen zeigt, welche die Nuclei und Nucleoli der conjugirten Infusorien mit den Transformationen der Nuclei der Zellen in den Geweben der Thiere und Pflanzen erleiden, ihnen ihre wahre Bedeutung verliehen. Für ihn hat der Nucleus des Infusoriums den Werth eines Zellennucleus, und das ganze Thier ist nur eine Zelle.

Literatur. Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, Berlin 1838. — Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires, dans les suites à Buffon, Paris 1841. — Balbiani, Sur la génération sexuelle chez les Infusoires (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, t. I. et III.). — Id. Observations sur le Didinium nasutum. Arch. Zool. experim. Tome II. — Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, III. Abth. — Claparède et Lachmann. Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858 bis 1861. — E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Zeitschrift, Bd. VII, 1873. — O. Bütschli, Ueber die Conjugation der Infusorien in: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt 1876. — Saville Kent, A Manuel of the Infusoria. London 1880 bis 1882.

Die Mesozoen.

Wir schalten hier eine Gruppe ein, welche wir, soweit wir sie bis jetzt kennen — was übrigens nur sehr unvollkommen der Fall ist — vielleicht als ein Uebergangsglied betrachten können von den Protozoen, die, wie wir gesehen haben, den Werth einer Zelle nicht übersteigen, zu den Metazoen, die wir später studiren werden.

Ed. van Beneden, dem wir namentlich ihre Kenntniss verdanken und der ihnen den Namen Mesozoen gegeben hat, giebt folgende Charakteristik: Die Mesozoen bestehen aus zwei Blättern, dem Ectoderm mit einer Schicht von Zellen, die gänzlich oder theilweise bewimpert sind, und einem Endoderm, das von einer einzigen oder auch mehreren Zellen gebildet wird. Niemals weisen sie zwischen diesen beiden Blättchen ein Mesoderm oder Mesenchym auf. Ihre Geschlechtsproducte entstehen aus dem Endoderm. Man kennt von ihnen zwei weibliche Formen, von denen die eine ausschliesslich Weibchen, die andere Männchen erzeugt.

Die Mesozoen theilen sich in zwei Gruppen:

1. *Orthonectida*, deren Körper aus mehreren Ringen zusammengesetzt ist und ein aus mehreren Zellen bestehendes Endoderm besitzt. Sie leben als Parasiten namentlich in den Ophiuren. Ihre Weibchen legen Eier.
2. *Rhombozoa* oder *Dicyemida*, deren Körper niemals geringelt ist und ein nur aus einer einzigen Zelle gebildetes Endoderm besitzt. Sie leben als Parasiten in den Nieren (schwammartige Körper) der Cephalopoden. Die Weibchen bringen lebende Junge hervor.

Typus: *Dicyema typus. Ed. v. B.*

Dieses Dicyema (Fig. 22 a. f. S.) sitzt mit seinem Vordertheil in den Nierenorganen von *Octopus vulgaris* fest. Da es sich nach dem Tode seines Wirthes sehr schnell verändert, muss man es am Ufer des Meeres

Fig. 22.

Dicyema typus des Pulpen, nach dem Leben bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. Die zellige Ectodermschicht erscheint schwach körnig, dünn, aber nach Aussen und Innen wohl begrenzt. Sie bildet grossentheils den Kopfwulst *ep*. Dicke, mit lichtbrechenden Körnern gefüllte Warzen *v* hängen am Körper. Man sieht diese Warzen in verschiedenen Entwicklungsstadien und kann sich überzeugen, dass sie durch Ablagerung lichtbrechender Körner im Ectoderm erzeugt werden. Sie heben nach und nach die Oberfläche auf und bilden schliesslich wahre Säcke. Im Inneren der Axenzelle *en* sieht man Keime und wurmförmige Embryonen *g g* auf allen Entwicklungsstufen. Im hinteren Theile der Zelle sieht man Züge und Blätter von Protoplasma, welche mit einer homogenen, gelatinösen Masse erfüllte Räume begrenzen.
(Nach Ed. van Beneden.)

an frisch getödteten Pulpen studiren. Da die Flüssigkeit, in welcher das Thier sich befindet, bei der Berührung mit den meisten Reagentien gerinnt und destillirtes Wasser, ja selbst Meerwasser das Thier entstellen, so ist auch an Ort und Stelle die Untersuchung nicht leicht.

Wir wollen es zunächst frisch und in lebendem Zustande beobachten. Es zeigt sich als ein langer abgeplatteter Cylinder, der an den Seiten eiförmige Anschwellungen trägt (Fig. 22), die in verschiedener Zahl auftreten und selbst gänzlich fehlen können. Wenn es losgelöst ist, schwimmt es frei umher und zwar mittelst der Wimpercilien, welche die ganze Oberfläche seines Körpers bedecken.

Man kann sofort zwei Theile unterscheiden: einen inneren (*en*), der von allen Seiten geschlossen ist und verschiedene Gebilde in sich birgt, die nichts anderes als Keime auf verschiedenen Entwicklungsstufen sind, und (*e e*) einen äusseren, ziemlich dünnen, mit Ausnahme des vorderen Stückes, das sich sichtlich verdickt. In dieser zweiten Schicht sieht man mehr oder weniger kleine Körnchen, doch hält es an lebenden Thieren schwer, Grenzlinien von eigentlichen Zellen zu unterscheiden.

Um die Structur dieses Thieres, die im Ganzen sehr einfach ist, zu erforschen, wollen wir folgende Reagentien anwenden, die Ed. van Beneden anräth, dessen Beobachtungen wir hier kurz zusammenfassen.

Wir bedienen uns der Osmiumsäure von 1 bis $^1/_{10}$ Proc. zur Fixirung, der Essigsäure in sehr schwacher Lösung von $^1/_5$ bis $^1/_8$ Proc. zur Dissociation, und des Pikrocarmins, Beale's Carmins oder Blauholzes als Färbemittel.

Nachdem man die Osmiumsäurelösung mehrere Minuten lang hat einwirken lassen, wäscht man sorgfältig mit Wasser oder Alkohol ab und fügt dann einen Tropfen einer Lösung von ameisensaurem Glycerin in 10 Theilen Wasser bei, wozu man den Farbstoff in geringer Quantität bringt. Die Färbung geht langsam vorwärts und macht die Zellenkerne deutlich. Falls man das so erhaltene Präparat aufzubewahren wünscht, ersetzt man nach und nach das ameisensaure Glycerin durch concentrirtere Lösungen von derselben Substanz.

Man kann auch schöne Präparate in Canadabalsam mittelst der Methode erhalten, die wir gelegentlich der Infusorien beschrieben haben (vgl. Seite 83).

Fig. 23.

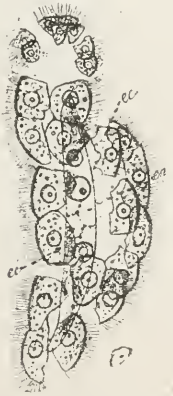


Fig. 24.

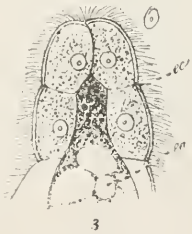


Fig. 23. Junges *Dicyema typus*, mit Essigsäure behandelt, die aufgequollenen Zellen haben sich getrennt. Man sieht vorne die acht Polzellen und zwischen den siebzehn Ectodermzellen *e c* die spindelförmige Endodermzelle *e n*. Zwischen beiden lässt sich weder eine Stützlamelle noch ein Fasergewebe erblicken. (Nach Ed. van Beneden.)

Fig. 24. Vorderes Ende des *Dicyema typus*. *e c* Ectodermzellen der Kopfhaube. *e n* vorderes Ende der Endodermzelle. (Nach Ed. van Beneden.)

Da die Essigsäure die Zellen des Thieres aufquellt und nach einigen Augenblicken von einander trennt, kann man sie bequem einzeln studiren (Fig. 23).

Mittelst dieser Reagentien werden wir constatiren, dass die äussere Schicht, das Ectoderm (*e c*) aus einer einzigen Schicht von abgeplatteten Zellen besteht, die so an einander gefügt sind, dass keine Lücke dazwischen bleibt. Es giebt weder einen Mund, noch einen After; das Thier ernährt sich augenscheinlich durch Osmose. Diese Zellen sind

auf ihrer Aussenseite mit feinen und von einander abstehenden Wimpercilien bedeckt. Die Zellen auf der Vorderseite des Körpers haben die Namen Polzellen erhalten; sie bilden eine kopfartige Anschwellung *e c*, Fig. 24 (a. v. S.). Ihr Inhalt ist feinkörnig, ihre Grösse geringer; ihre Wimpercilien sind kürzer und dicker als die, welche die anderen Zellen des Körpers tragen. Sie sind immer in zwei Reihen geordnet, und jede Reihe besteht aus vier Zellen, zwei kleineren und zwei grösseren. Das Ganze heisst Polhaube.

Die kopfartige Anschwellung ist meist deutlich abgegrenzt und übrigens vom Körper durch eine kreisförmige Rinne geschieden.

Die Zellen, welche nach rückwärts folgen, sind bei den Jungen würfelförmig, bei den Erwachsenen spindelförmig und länglich. Sie können zuweilen ganz beträchtliche Dimensionen erreichen. Ihre convexe Aussenseite ist mit langen, dünnen Cilien bedeckt. Ihre Umhüllungsmembran, wenn man überhaupt die Verdickung der Aussenschicht so nennen darf, ist immer sehr weich und gestattet die Einführung fremder Körper. Die Zahl dieser Zellen, 17, scheint constant zu sein; rechnet man hierzu die acht Zellen der Polhaube, so erhält man im Ganzen für das Ectoderm 25 Zellen. Man kann sie immer leicht zählen, wenn man sie durch Essigsäure von einander trennt, wie es Fig. 23 zeigt.

Wir bemerken bei dieser Gelegenheit, dass der wurmförmige Embryo, wenn er aus dem Mutterkörper austritt, schon die gleiche Anzahl Zellen besitzt, so dass, wie van Beneden sagt, seine Weiterentwicklung nur in der fortschreitenden Vergösserung dieser Zellen besteht; nach dem Austritt aus dem Mutterkörper kommt keine neue Zelle hinzu.

Bei dem ausgebildeten Thiere umschliessen die Ectodermzellen einen eiförmigen, abgeplatteten, im hinteren Theile befindlichen Nucleus nebst Körnchen, Tröpfchen und Kügelchen, die das Licht brechen und je nach dem Individuum an Zahl und Form sehr verschieden sind. Die lichtbrechenden Kügelchen können sich in grosser Zahl in gewissen Zellen anhäufen, deren Oberfläche sie aufblähen und durch warzen- oder sackähnliche Formen unregelmässig gestalten, wie man es bei *v* in Fig. 22 sieht.

Der Nucleus jeder Zelle umschliesst einen kleinen Nucleolus, der gewöhnlich kugelförmig und stark lichtbrechend ist.

Was die innere Schicht, das Endoderm anbetrifft, so ist dieses nur von einer einzigen Zelle gebildet (*e n*, Fig. 22 und 23), die cylindrisch und an beiden Enden zugespitzt ist; diese Zelle, die mit ihrer ganzen Oberfläche an die Zellen des Ectoderm stösst, ist durch eine consistente Protoplasmaschicht begrenzt, welche, wie bei den Ectodermzellen, sich leicht von fremden Körpern durchdringen lässt. Ihr Inhalt ist durchsichtig, von gallertartigem Aussehen. Man bemerkt hierbei, und nament-

lich an älteren Individuen, Vacuolen, die mit einer krystallhellen Flüssigkeit angefüllt sind, welche sich nicht mit dem Wasser vermengt.

Die Axialzelle, wie man sie nennen kann, besitzt immer einen grossen eiförmigen Nucleus, der fast in der Hälfte ihrer Länge gelagert ist (*n*, Fig. 25), derselbe besitzt bei ausgebildeten Individuen eine Wand mit Doppelcontour und einen netzartigen Inhalt. Er enthält einen einzigen, sehr kleinen Nucleolus.

Dies ist die Structur des ausgewachsenen Individuums.

Fig. 25.

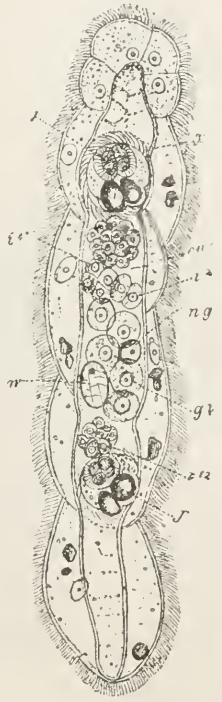


Fig. 26.

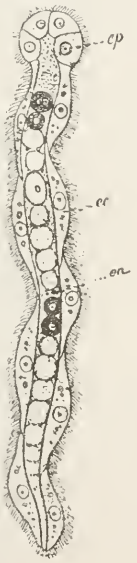


Fig. 27.

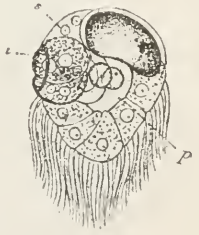


Fig. 25. Junges *Dicyema typus*, mit Hämatoxylin behandelt. Alle Ectodermzellen sind gut sichtbar; diejenigen des Körpers sind etwas aufgequollen und zeigen hier und da unregelmässig geformte, lichtbrechende Körperchen. In der Endodermzelle *e n* unterscheidet man bei *n* den eiförmigen Kern, bei *g i* Keime infusorienförmiger Embryonen, bei *J* infusorienartige Embryonen in verschiedenen Entwicklungsstadien: i^2 Zweitheilung; i^4 Viertheilung; i^{12} weiter fortgeschrittene Theilung.
(Nach Ed. van Beneden.)

Fig. 26. Wurmförmiger Embryo von *Dicyema typus*, nach einem Osmiumpräparate gezeichnet. *c p* Polzellen; *e c* Ectodermzellen; *e n* Endodermzelle.
(Nach Ed. van Beneden.)

Fig. 27. Ausnahmsweise grosser infusorienförmiger Embryo. Der Deckel der Urne *s* ist nur unvollständig geschlossen. *p* Wimperkörper.

Im Inneren des Endoderms, der Axialzelle, werden je nach den Individuen zwei Arten von Embryonen erzeugt; also kann man nach diesem Gesichtspunkte unterscheiden:

1. Die nematogenen Individuen, welche wurmförmige Embryonen erzeugen (Fig. 26 a. v. S.).
2. Die rhombogenen Individuen, welche infusorienförmige Embryonen erzeugen (Fig. 27 a. v. S.).

Wir können uns hier nicht in die Einzelheiten über die Erzeugung und Entwicklung der Keime einlassen; dies gehört in die Embryogenie. Wir bemerken nur, und zwar nach van Beneden, dass sich die Keime der wurmförmigen Embryonen auf endogenem Wege bilden und dass sie bei ihrer Entstehung länglich sind, wie dies schon der Name besagt; dass ferner die rhombogenen Individuen weniger lang, aber breiter sind als die eben beschriebenen, und dass die Keime, welche sie hervorbringen, in besonderen Zellen entstehen, die ihrerseits selbst in der Endodermzelle erzeugt sind. Der infusorienförmige Embryo entwickelt sich durch die Zerklüftung dieser Keime und hat bei seinem Entstehen die Form einer Birne oder eines Kreisels (Fig. 27). Sein vorderes Ende trägt eine kopfartige Anschwellung, die aus zwei lichtbrechenden Körpern und einer Art Kapsel besteht, welch letztere mit einem Deckelchen versehen ist, und die „Urne“ genannt wird. Sie enthält körnige Körperchen und man beobachtet an ihr zuweilen Ciliarbewegungen. Ob sie vielleicht ein Behälter für Zoospermen ist? Man hat dieses noch nicht nachweisen können.

Das schwanzartige Anhängsel des infusorienförmigen Embryos, der Ciliarkörper, wie man es nennt, ist gewöhnlich konisch und wird aus einer Anzahl von zusammengedrängten Wimperzellen gebildet.

Wir fügen noch hinzu, dass im Gegensatze zum wurmförmigen Embryo, der sich bei der Benetzung mit Meerwasser zersetzt, der infusorienförmige, nach einer Beobachtung von van Beneden, darin umherschwimmt und fortlebt. Daher stammt auch die Hypothese, dass letzterer zur Ausführung und Verbreitung der Parasiten von einem Cephalopoden auf den anderen diene. Doch ist dies eben nur eine Hypothese; ja es ist auch möglich, dass der infusorienförmige Embryo ein männliches Individuum ist. Dies sind fragliche Punkte, welche selbst die eingehende Discussion, die van Beneden kürzlich über die Vergleichung der infusorienförmigen Embryos mit dem Männchen von *Rhopalura* angestellt hat, nicht zur Entscheidung gebracht hat.

Die typische Anordnung der Körperelemente ist bei den Dicymeiden dieselbe, sie unterscheiden sich nur durch relativ wenig wichtige Einzelheiten. So hat z. B. Dicyemina anstatt acht neun Polzellen. Bei Dicyemina und Dicyemopsis ist die Kopfhaube ausser aus den Polzellen noch aus den Ectodermzellen zusammengesetzt, die an erstere anstossen und von van Beneden Parapolzellen genannt werden. Auch kann schliesslich die

Kopfhaube gänzlich fehlen, wie dies bei *Conocyema* der Fall ist, einer neuen, unlängst von van Beneden beschriebenen Art.

Zahl und Form der Ectodermzellen variiren auch bei den verschiedenen Arten, ebenso Anschwellungen oder Warzen, die zwar im Allgemeinen immer vorhanden sind, doch selten so voluminös wie bei *Dicyema typus*.

Alle Dicyemiden haben nur eine einzige Endodermzelle. Was wir von den Embryoformen gesagt haben, scheint auch auf die gesammte Gruppe Anwendung zu finden.

Was nun die von Giard, Metschnikoff und Julin studirten Orthonectiden anbetrifft, die sich massenhaft in der Armhöhlung von *Ophiocoma* (*Amphiura*) *squamata* vorfinden, so ähneln sie zunächst am meisten grossen cylindrischen Infusorien. Wie die Dicyemiden sind auch sie aus zwei Zellenschichten zusammengesetzt, einem Ectoderm, das aus Zellen besteht, die zum grossen Theile mit langen, dichten Cilien und auf dem Vordertheile mit einem Büschel längerer und steiferer Cilien bedeckt sind, und einem Endoderm, das aus dickeren und mehr granulösen Zellen besteht. Diese Mannigfaltigkeit der Endodermzellen und die Thatsache, dass das Ectoderm geringelt ist, unterscheidet sie scharf von den Dicyemiden.

Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30.

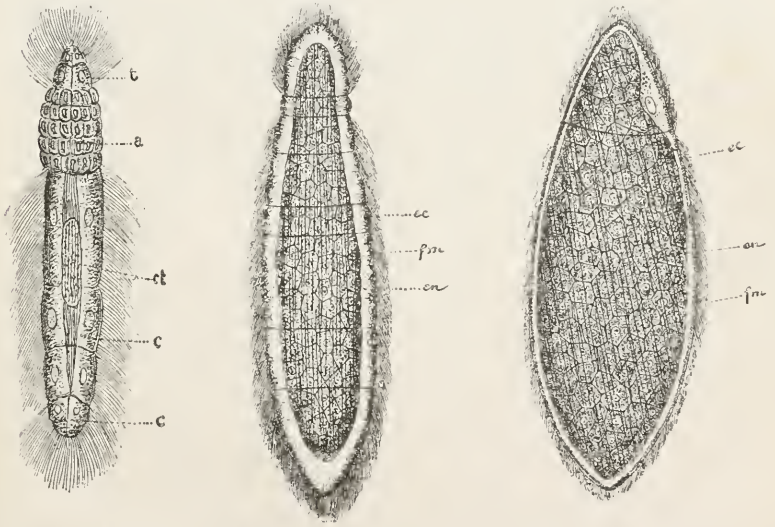


Fig. 28. Männchen von *Rhopalura Giardii*. *t* Kopf; *a* Warzenring; *cc* Körperringe; *ct* Hodenkörper. (Nach Ch. Julin.)

Fig. 29. Cylindrisches Weibchen einer Orthonectide (*Rhopalura Giardii*). *eo* wimpernde Ectodermzellen; *fm* Muskelfasern; *en* Endodermzellen. (Nach Ch. Julin.)

Fig. 30. Abgeplattete weibliche Form von *Rhopalura Giardii*. *ec* wimpernde Ectodermzellen; *en* Endoderm; *fm* Muskelfasern. (Nach Ch. Julin.)

Die zahlreichen, von den ersten Forschern unter verschiedenen Namen beschriebenen Formen lassen sich auf Formen von ein und derselben Species, *Rhopalura Giardii* (Julin) zurückführen, und zwar auf die männliche Form (Fig. 28) und auf zwei weibliche, von denen die eine cylindrisch, die andere abgeplattet ist (Fig. 29 und Fig. 30).

Diese Thiere weisen eine interessante Eigenthümlichkeit auf: die oberflächliche Endodermdecke ist von einer vollständigen Schicht von Muskelfäserchen gebildet (Julin), von denen sich bei den Dicyemiden keine Spur findet. Diese Muskelschicht könnte vielleicht dem Mesoderm der Metazoen homolog sein? Diese Frage ist noch nicht gelöst, aber falls sie bejaht werden sollte, würden die Dicyemiden ebenfalls als Metazoen betrachtet werden müssen, die durch den Parasitismus degradirt worden sind, und an denen gewisse Zellen, die bei dem infusorienförmigen Embryo auftreten, das Mesoderm vorstellen würden, das zu keiner Weiterentwicklung gelangt. Wir verweisen behufs dieser Discussion auf die Originalabhandlungen und rechnen vor der Hand die Orthonectiden noch zu den Mesozoen.

Literatur. Kölliker, Ueber *Dicyema paradoxum*, Bericht von der k. Anstalt in Würzburg 1849. — H. Wagener, Ueber *Dicyema*, Müller's Archiv 1857. — Ray-Lankester, Annals and Mag. of nat. History, t. XI, 1873. — Ed. van Beneden, Recherches sur les Dicyémides, Bulletins de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles 1876. — Ed. van Beneden, Contribution à l'histoire des Dicyémides. Archives de Biologie, t. III, 1882, p. 195. — A. Giard, Les Orthonectides. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, t. XV, 1879, p. 449. — E. Metschnikoff, Untersuchungen über Orthonectiden. Zeitschrift für w. Zoologie, t. XXXV, 1881, p. 282. — Julin, Contribution à l'histoire des Mésozoaires. Archives de Biologie, t. III, 1882, pag. 1. — C. O. Whitman, A Contribution to the Embryologie, Life History, and Classification of the Dicyemids in Mittheilungen aus d. Zool. Stat. zu Neapel, t. IV, 1882.

17

Metazoen.

Zu den Metazoen gehört die ungeheure Mehrheit des Thierreiches. Der Charakter dieser Gruppe ist der, dass die auf einer gewissen Entwicklungsstufe angelangten Thiere immer aus drei Schichten oder Lagen von Zellen bestehen, die wir mit dem Namen Ectoderm, Mesoderm und Endoderm bezeichnen.

Welcher Art nun auch die Modificationen seien, die durch die bildenden Elemente dieser drei Schichten bedingt werden, wie auch die ferneren Combinationen beschaffen sein mögen, durch welche diese Schichten zur Bildung von Organen oder noch complicirteren Organsystemen beitragen: immer wird man als Basis jeder Organisation von Metazoen diese drei Fundamentalschichten vorfinden, die sich so in einanderfügen, dass sich das Ectoderm auf der Oberfläche ausbreitet, während das Endoderm die inneren Flächen bildet und das Mesoderm zwischen beiden eingelagert ist. Wenn in den Thieren, die bis zu einem gewissen Grade entwickelt sind, diese drei Schichten oft in einander verwickelt und unkenntlich geworden sind, so finden wir sie doch immer in der anfänglichen Constitution der Embryonen wieder und können die Modificationen, die sie erleiden, Schritt für Schritt im Verlaufe ihrer Entwicklung verfolgen.

Doch haben diese drei Schichten durchaus nicht denselben relativen Werth. Das Mesoderm ist immer nur eine Secundärbildung und die ursprüngliche Zusammensetzung des Keimes vollzieht sich allenthalben nur durch das Ectoderm. Es gehört in das Gebiet der Embryogenie, nachzuweisen, auf welchen Wegen und durch welche Mittel sich das Mesoderm bildet; vielleicht vollzieht sich die Bildung dieser Schicht nicht überall auf gleiche Art und Weise, jedenfalls ist sie aber bereits vollzogen, sobald die vergleichende Anatomie ihre Thätigkeit beginnen kann, und oft bildet sie, sei es nun allein oder in Verbindung mit den anderen Schichten, die Hauptmasse des Körpers.

Wir können also die Metazoen, wie wir es weiter oben gethan haben, als ursprünglich vielzellige Thiere charakterisiren, die aus einem

Ectoderm, einem Mesoderm und einem Endoderm bestehen, welche entweder allein oder in Verbindung mit einander Organe erzeugen, die specielle Functionen haben, und bei denen die ursprünglichen Zellen durch diese Specialisirung verschiedene Modificationen erleiden, um besondere Gewebe zu bilden.

Kreis der Coelenteraten oder Zoophyten.

Je mehr wir in der Kenntniss der Structur und der Ontogonie der Thiere vorschreiten, aus denen man diesen Kreis zusammengesetzt hat, um so mehr müssen wir gestehen, dass die Vereinigung der Spongien mit den eigentlichen Coelenteraten nur auf secundären Aehnlichkeiten, aber nicht auf einer wirklichen Affinität basirt.

In den neuesten Handbüchern der Zoologie hat man die Coelenteraten folgendermaassen charakterisirt: „Die Coelenteraten sind Metazoen mit differenzirten Zellenorganen, strahlenförmig symmetrisch gebaut und mit einer centralen Verdauungshöhle, sowie einem System von peripherischen Canälen versehen.“ Doch muss man gestehen, dass diese Definition auf die Spongien gar nicht passt und nur auf die Cnidarier anwendbar ist. Die Spongien sind in der That aus Aggregaten von nackten Zellen zusammengesetzt, die weder Organe noch Gewebe im eigentlichen Sinne bilden; sie zeigen keine Spur von strahlicher Symmetrie; ihre Centralhöhle ist gar nicht für die Verdauung bestimmt, und ihre peripherischen Canäle haben eine ganz andere Bedeutung als die der Nesselthiere, da sie zum Theil nach Aussen hin durch Poren geöffnet sind und im Inneren mit einem Auswurfsbehälter in Verbindung stehen, während die Canäle der Nesselthiere sich nur in die Centralhöhle öffnen, die wirklich für Reception und Digestion bestimmt ist.

Es bleibt also nur eine secundäre Aehnlichkeit übrig, die auf der Thatsache beruht, dass bei beiden eine Centralhöhlung vorhanden ist, welche bei den Spongien stets mit dem umgebenden Elemente, dem Wasser, durch Canäle, die von den ursprünglichen, äusseren und zuführenden Poren ausgehen, und durch eine secundäre centrale Auswurfsöffnung in Verbindung steht, während bei den Nesselthieren die einführende centrale Oeffnung ein ursprüngliches Gebilde ist, und die innere Höhlung in den meisten Fällen mit nach Aussen geschlossenen Vertheilungscanälchen communicirt, aber auch ohne Verbindung und Gefässstructur sein kann. Bei den Spongien bilden sich diejenigen Poren, die durch Canäle nach dem Inneren führen, zu allererst, und nur durch ihren Zusammenfluss bilden sich die Centralhöhlen und die Ausfuhröffnung, das *osculum*; bei den Nesselthieren dagegen ist es die Centralhöhlung, die sich zuerst entwickelt und durch einen Mund öffnet, und die Magengefässe sind erst ein späteres Gebilde.

Wir unterlassen es daher hier, in allgemeine Erörterungen über den gesammten Kreis einzugehen, und behalten uns unsere Beobachtungen für die Classen, welche die beiden Unterkreise bilden, nämlich die Schwämme (*Spongiae* oder *Porifera*) und die eigentlichen Coelenteraten, Cnidarier oder Nesselthiere vor. Wir sind überzeugt, dass man in nächster Zeit die Vereinigung dieser Organismen in einen Kreis verwerfen und künftig die Schwämme und die Coelenteraten als zwei durchaus verschiedene Typen unterscheiden wird.

Unterkreis der Schwämme (*Spongiae*) oder *Porifera*.

Aus zusammenhängenden Zellenaggregaten gebildete Thiere, deren Körper meist durch ein Gerüst von sehr verschiedener Consistenz und chemischer Composition gestützt wird. Die Körperwände sind mit Oeffnungen durchbohrt, die entweder den Eintritt des Wassers (*pori*) oder den Austritt desselben (*oscula*) vermitteln. Nach der Natur ihres Skeletes theilt man sie ein in

1. Ordnung: *Fibrospongiae*, Faserschwämme, alle fibrösen Spongien umfassend; ohne Skelet (*Myxospongiae*), mit hornigem Skelet (*Ceraospongiae*), mit kieseligem Skelet (*Silicospongiae*).
2. Ordnung: *Calcispongiae* oder Kalkschwämme, alle Spongien umfassend, deren Skelet aus Nadeln von kohlensaurem Kalk besteht.

Anmerkung. — Die chemische Zusammensetzung des Skelets und die Form der Elemente, die es bilden, sind die Merkmale, die sich am wenigsten verändern. Körperform, Structur und Anordnung der Poren und Oscula sind dagegen bei allen Spongien variabel.

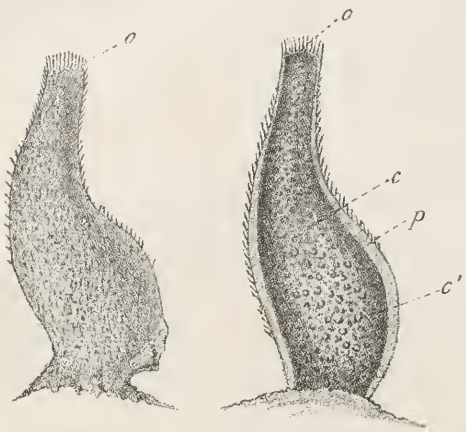
Typus: *Leucandra aspera* [1] (Haeckel). — Spongie mit Kalkskelet. Sie lebt entweder einzeln oder in Gruppen von Individuen (doch selten mehr als zehn) im Mittelländischen und Adriatischen Meere. Man kann sie sich leicht durch Vermittelung der zoologischen Stationen verschaffen, die an diesen Meeren errichtet sind.

Leucandra aspera hat die Form (Fig. 31) eines Eies, einer Spindel, einer Flasche u. s. w. von verschiedenen Ausdehnungen und 3 bis 10 cm Länge. Ihre Farbe variirt zwischen weiss und gelb oder braun. Mit

[1]) Wir hatten anfangs die Absicht, den Süsswasserschwamm, *Spongilla fluviatilis*, als Typus zu nehmen, da er Jedem zugänglich ist; aber die Structur desselben ist sehr verwickelt und würde dem Anfänger nur ein unvollkommenes Bild eines einfachen Schwammes gegeben haben. Bei den meisten Schwämmen verwischt die Knospung und Colonialbildung die typischen Charaktere des Individuums. Wir haben bei Beschreibung der *Leucandra* eine letzthin erschienene Arbeit von Vosmaer benutzt: Ueber *Leucandra aspera* in Tijdschr. d. Ned. Dierk. Vereen. Vol. 5.

einem Ende ist sie an den unterseeischen Körpern festgewachsen. Die erste Beobachtung mit dem blossen Auge oder mittelst der Lupe lässt sie uns als einen kleinen Sack erkennen, der eine ziemlich grosse Oeffnung *o* (Fig. 31) an dem der Befestigungsstelle gegenüberliegenden Pole trägt; diese Oeffnung, das *Osculum*, ist sehr oft mit einem Kranze ganz feiner Nädelchen von seidenartigem Aussehen umgeben; sie führt in eine Centralhöhlung (*c*), die bald weit, bald mehr zusammengedrückt erscheint. Bei den in grösserer Zahl zusammenlebenden Individuen steht die innere Höhlung des einen meist mit denen der Nachbarindividuen in Verbindung. Wir spalten die Spongie der Länge nach auf (Fig. 31); die Dicke der Wände variirt stark; bei jungen Individuen übersteigt sie kaum 1 bis 2 mm. Wir können dann eine äussere Fläche, Dermalfläche, und eine innere, Gastralfläche, unterscheiden. Erstere zeigt unter der Lupe eine grosse Zahl kleiner Oeffnungen, die fast alle die gleiche Dimension haben und regelmässig vertheilt sind, und einige Kalknädelchen, welche sie überragen und sich nach dem *Osculum* hinwenden. Dieser Nadeln wegen fühlt sich diese Fläche rauh an. Die innere Fläche ist gleichfalls mit Oeffnungen durchsät, die sich von den vorigen dadurch unterscheiden, dass sie von verschiedener Dimension und unregelmässig vertheilt sind. Diese Fläche zeigt ferner keine hervorstehenden Nädelchen. Dies ist nahezu Alles, was man mit blossem Auge oder unter einer gewöhnlichen Lupe erkennen kann. Um das Studium eingehender zu verfolgen, müssen wir die Spongie folgender Zubereitung unterwerfen:

Fig. 31.



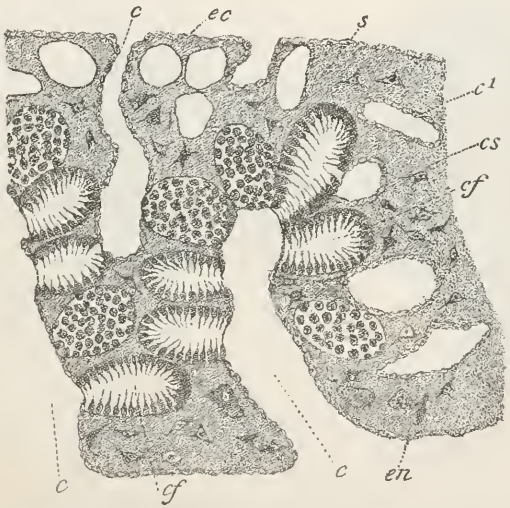
Links ein vollständiges Exemplar von *Leucandra aspera*. Das *Osculum o* ist mit feinen Kalknadeln umstellt. Rechts dasselbe der Länge nach durchschnitten. *o* Osculum; *p* Körperwand; *c* Centralhöhle; *c'* Poren. Nach einem Weingeistpräparat.

Im Falle der Schwamm frisch ist, kann man seine Elemente mit Chrom- oder Osmiumsäure fixiren; falls man, was häufiger vorkommt, nur Individuen zur Verfügung hat, die schon durch den Alkohol hart geworden sind, ist diese Behandlung nutzlos. Wir zerlegen die Spongie in zwei Theile; der eine soll uns zum Studium des Kalkskelets

dienen, an dem anderen wollen wir die organischen Gewebe beobachten. Letzterer muss entkalkt werden durch Aufbewahrung in Chromsäure, schwacher Essigsäure, Holzessig oder Alkohol, der mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt ist (Vosmaer). Auf alle Fälle muss die Spongie im Alkohol gehärtet werden und mit Carmin, Kleinenberg'schem Haematoxylin u. s. w. gefärbt sein; dann wird sie zum Theil in Paraffin eingeschlossen, um darin Schnitte in verschiedenen Richtungen vornehmen zu können. Endlich werden wir durch die Zerzupfung sowohl über die Theile des Skelets als über die Elemente der organischen Gewebe Aufschluss erhalten.

Man kann bei *Leucandra aspera* drei verschiedene Schichten unterscheiden; eine äussere Zellenschicht, das Ectoderm, eine mittlere, aus verschiedenen Elementen bestehende dicke und das Skelet um-

Fig. 32.



Senkrechter Schnitt durch die Körperwand von *Leucandra aspera*. *ec* Ectoderm, aus einem Plattenepithelium bestehend, welches auch die Innenfläche der zuführenden Knäule *c* auskleidet; *en* aus ähnlichen Pflasterzellen bestehendes Endoderm; c^1 Höhlung eines der Quere nach durchschnittenen Porencanales; *s* Syncytium des Mesoderms; *cs* Sternzellen des Syncytium; *cf* Geiselkammern. (Nach Vosmaer.)

schliessende, das Mesoderm, und endlich eine innere Zellenschicht, das Endoderm (Fig. 32) [1]).

Das Epithelium des Endoderms und Ectoderms (*ec* und *en*) ist aus abgeplatteten, verschieden geformten, rautenförmigen oder polygonalen Zellen zusammengesetzt. Ihr Inhalt ist körnig. Sie be-

[1]) Es ist noch nicht entschieden, ob diese Schichten den drei embryonalen Blättern des Embryo entsprechen.

sitzen einen Nucleus (Fig. 33 und 34) und einen Nucleolus; der Nucleus färbt sich rascher als das Protoplasma. Das Vorhandensein einer Scheidewand ist nicht augenscheinlich; das Protoplasma der Zelle scheint einfach in der äusseren Schicht verdickt zu sein. Die Zellen berühren sich nicht unmittelbar. Man bemerkt zwischen den Zellen Streifen, die ungefärbt bleiben (*t*, Fig. 34). Dieses Epithelium, das sich immer nur auf einer einzigen Schicht verbreitet, kann bei einzelnen Individuen mit der Pincette hinweggenommen werden; natürlich ist es sehr dünn. Man macht es sichtbarer, indem man die Spongien mit einer

Fig. 33.

Fig. 34.

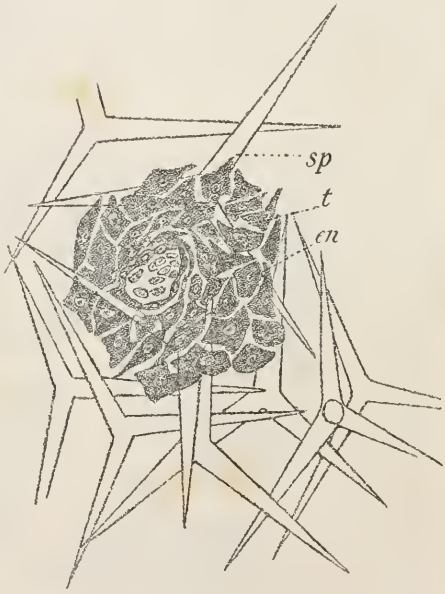


Fig. 33. Mesodermpartie von *Leucandra aspera*, in welcher man Granulationen *s*, Sternzellen mit Vakuolen *cv* und spindelförmige Zellen sieht; *ec* Epithelzellen des Ectoderms. (Nach Vosmaer.)

Fig. 34. Von *Leucandra aspera*. *en* abgeplattete Endodermzellen; *t* helle Räume, welche die Zellen trennen; *sp* Kalknadeln des Mesoderm. (Nach Vosmaer.)

ein- bis zweiprocentigen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd imprägnirt und dann der Sonne aussetzt. Es setzt sich gegen die Wände der Canäle im Mesoderm hin fort, doch mit Ausnahme der Wimperkammern, von denen wir später sprechen werden, und es umhüllt, wenigstens theilweise, die grossen Nadeln des Mesoderms (Fig. 35). Die Zellen der Gastralschicht sind zumeist ein wenig kleiner als die der Dermalschicht. (Vosmaer).

Das viel dickere Mesoderm besteht aus einer Masse, die weich und krystallhell ist und in der sich Nuclei, Körnchen, sternförmige Zellenbläschen ohne Membran (*cv*, Fig. 33), sowie eine beträchtliche Anzahl verschieden geformter Kalknädelchen vorfinden. Das Studium dieser Masse ist erschwert durch die Anhäufung dieser verschiedenen Elemente und durch die zuweilen in bedeutender Menge vorhandenen Wimperkammern, die zu dem Canalsystem gehören, welches das Mesoderm durchzieht. Wir können diese Masse als das Resultat einer Verschmelzung membranloser Zellen betrachten, die sich in Folge einfacher gegenseitiger Annäherung verschmolzen haben und deren Nuclei und Absonderungsproducte man noch bemerkt. Haeckel nennt die Masse das Syncytium [1]). Kölliker sieht darin die erste Anlage des Bindegewebes.

Fig. 35.

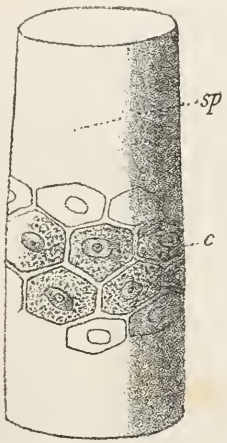


Fig. 36.

Fig. 37.

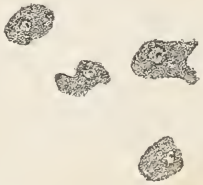


Fig. 35. *Leucandra aspera*. Fragment einer grossen Kalknadel *sp*, an der man die sie bekleidenden Epithelialzellen *c* sieht. (Nach Vosmaer.)

Fig. 36. *Leucandra aspera*. Samenzelle im Mesoderm. (Nach Vosmaer.)

Fig. 37. *Idem*. Amoeboïde Zellen im Mesoderm, die Eier werden. (Nach Vosmaer.)

Ferner findet man im Mesoderm Samenzellen vor (Fig. 36), in denen sich Zoospermen entwickeln, und Zellen mit Amoeboïdbewegung, die später zu Eiern werden (Fig. 37).

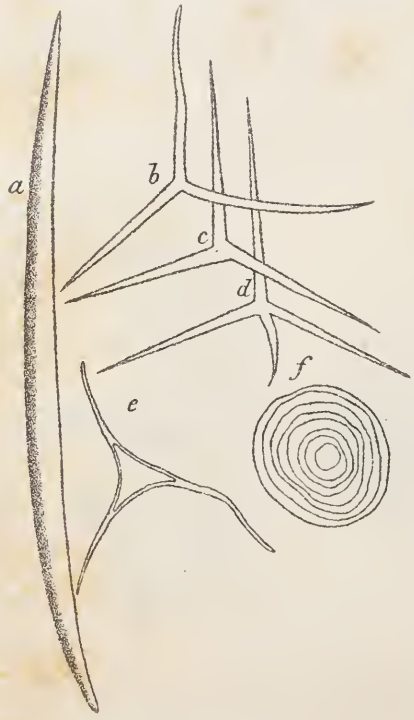
---

[1]) Nach Haeckel ist das *Syncytium* die Gesammtmasse, welche aus der Verschmelzung der Geiselzellen des Ectoderms der bewimperten Larve hervorgeht; es begreift die *Sarcodine*, eine glashelle, contractile Substanz ohne Structur, die dem Protoplasma der verschmolzenen Zellen entspricht, die überbleibenden Kerne der Zellen und die Scheide der Kalknadeln, die aus der Verdickung der Grundsubstanz um die Nadeln hervorgeht. Abgesehen von dem Umstande, dass Haeckel die beiden ursprünglichen Schichten des Embryo mit einander verwechselte, besteht also sein Syncytium aus dem Ectoderm und Mesoderm zusammengenommen.

Was das im Mesoderm eingeschlossene Kalkskelet betrifft, welches den festen und charakteristischen Theil der Spongie bildet, so finden wir dasselbe aus vier Arten von Elementen zusammengesetzt:

a. Stacheln oder Nadeln mit drei Strahlen (*b* und *c*, Fig. 38), deren Aeste sich im Allgemeinen unter ungleichen Winkeln schneiden und welche in ihrer Länge variiren; die Verzweigungen sind entweder gerade oder krumm und am Ende meist zugespitzt. Wenn wir ein Stück einer Spongie von einer Stelle nehmen, wo ihre Wände dünn sind, und daraus ein Präparat mit Canadabalsam herstellen, werden wir sehen, dass die Stacheln mehr oder weniger regelmässig vertheilt nnd ihre Aeste fast immer parallel sind.

Fig. 38.



Leucandra aspera. Verschieden geformte Kalknadeln des Skelets. *a* Grosse Kalknadel, welche aus der Körperwand hervorsteht; *b*, *c* dreistrahlige Nadeln; *d* Vierstrahler; *e* häutige Scheide der Nadel, wie man sie nach der Entkalkung sieht; *f* Durchschnitt einer grossen Kalknadel, um die concentrischen Lagen zu zeigen. (*e* und *f* nach Vosmaer.)

b. Nädelchen mit vier Strahlen (*d*, Fig. 38), mit dünneren und längeren Verästelungen als bei den vorigen, deren vierter oder Apicalstrahl kürzer ist nnd gewöhnlich ziemlich rechtwinklig auf den drei anderen steht. Diese Spicula sind besonders zahlreich in der Nähe der Gastralwand.

c. Grosse Nadeln (*a*, Fig. 38), die fast überall im Parenchym des Körpers verbreitet sind und der grossen Axe des letzteren parallel laufen. Sie durchdringen die Dermalschicht und überragen dieselbe an einigen Punkten um die Hälfte ihrer Länge. Sie sind leicht gekrümmt, ähnlich einer Mondsichel.

d. Endlich um das Osculum (*Peristom*) herum lange, sehr feine, seidenartige Nädelchen, die parallel neben einander gestellt sind und eine Länge von 4 bis 5 mm erreichen. (Diese Nädelchen fehlen bei einigen Individuen, deren Osculum nackt ist.)

Die Spicula sind mit einer structurlosen Hülle umgeben, die aus der Verdickung des Protoplasma herrührt und nach der Entkalkung

sichtbar bleibt (*e*, Fig. 38). Sie bestehen aus unregelmässigen concentrischen Schichten, wie man sich durch Querschnitte überzeugen kann (*f*, Fig. 38).

Das Studium des Skelets wird durch die Behandlung der Spongie in einer Lösung von Aetzkali oder Javel'schem Wasser erleichtert, da dieselbe die organischen Stoffe vollständig zerstört, aber die mineralischen Substanzen nicht angreift [1]).

Wir haben bereits erwähnt, dass die Wände der Spongie von einem ziemlich complicirten Canalsystem durchzogen sind. Das Studium derselben ist sehr wichtig, da die Eintheilung der Kalkspongien in Familien auf seiner Anordnung beruht. Wir können es nur dann untersuchen, wenn wir eine genügende Anzahl von Quer- und Längsschnitten combiniren. Das Resultat ist kurz folgendes: Die Poren der Dermalschicht führen in verhältnissmässig breite Canäle (*cc*, Fig. 32), die in das Mesoderm eingegraben und mit abgeplatteten Zellen bedeckt sind, wie wir schon angegeben haben. Diese Canäle stehen durch kleine Oeffnungen oder engere Canälchen mit runden oder ovalen Höhlungen in Verbindung, die mit Geiselzellen ausgekleidet

Fig. 39.

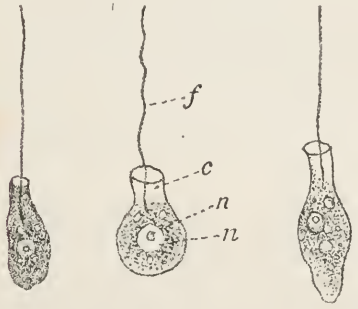


Fig. 40.

Fig. 39. Frische Geiselzellen von *Leucyssa incrustans* (Nach Haeckel). *n* Kern; *n'* Nucleolus; *c* Halskrause; *f* Geisel.

Fig. 40. *Leucandra aspera*. Geiselzellen aus den Geiselkammern, nach einem Präparat in Canadabalsam (Nach Vosmaer).

sind; dies sind die Geiselkammern (*cf*, Fig. 32). Die ihre Wände bedeckenden Zellen (Fig. 39 und 40) haben die Gestalt kleiner Fläschchen mit weitem Halse. Diese Zellen besitzen einen Nucleus und einen Nucleolus und vom Centrum des Halses geht eine lange Borste (*flagellum*)

[1]) F. C. Noll hat neuerdings das Javel-Wasser (Eau de Javel) zur Zerstörung der organischen Substanzen der Schwämme und überhaupt aller mit Skeleten versehenen niederen Thiere empfohlen. Es entspricht durchaus seinem Zwecke. Carus, Anzeiger 9. Oct. 1882, p. 528.

aus, die durch ihre Bewegungen die Circulation des Wassers unterhält. Ihre Form variirt je nach der Zubereitung, die sie erlitten haben; die frischen Zellen haben regelmässige Form, ihr Inhalt ist körnig, aber der Hals krystallhell (*c*, Fig. 39). Von den Geiselkammern laufen Mündungscanäle aus, die sich zu weiteren Canälen vereinigen und in den zum Theil mit blossem Auge sichtbaren Oeffnungen der Gastralwand enden.

Das Wasser, welches beständig durch die Spongie circulirt, tritt also durch die Poren ein, dringt durch die Zuführungscanäle in die Geiselkammern, durchläuft letztere und tritt durch Abführungscanäle aus, die es in die Centralhöhlung geleiten, von wo es endlich durch das Osculum ausgestossen wird. Folglich ist letzteres — und dies ist wichtig zu merken — kein Mund, sondern bei allen Spongien eine Ausgangsöffnung.

Die Entwicklung von *Leucandra aspera* ist noch nicht gänzlich beobachtet worden. Nach Keller [1]) enthalten die älteren Individuen Anfang April reife, aber nicht entwickelte Eier. Diese Eier sollen nach der Befruchtung eine *Blastula* hervorbringen. Wahrscheinlich bahnt sich diese Larve einen Weg durch das Mesoderm hindurch nach dem Canalsystem, von wo sie durch die Strömung des Wassers bis in die Centralhöhlung geführt und durch das Osculum ausgestossen wird, wie dies bei *Sycandra raphanus* der Fall ist, deren Entwicklung von F. E. Schulze [2]) studirt worden ist. Sie schwimmt hierauf wahrscheinlich eine Zeit lang mittelst der Cilien, die ihre Aussenseite bekleiden, setzt sich dann mit ihrer geschlossenen Extremität fest und entwickelt sich weiter.

Wir haben bereits betont, dass die Organisation der Spongien sie so sehr von den übrigen Coelenteraten unterscheidet, dass ihre Vereinigung mit den letzteren in der Classification nur eine provisorische ist. Dass bei ihnen ein Mesodermparenchym vorhanden ist, das aus zahlreichen und sehr unterschiedlichen Elementen besteht und mit aus Zellen bestehendem Endoderm und Ectoderm bekleidet ist, rechtfertigt es indessen, dass man sie definitiv zu den Metazoen rechnet. Unter diesen sind sie die einfachsten, die wir kennen.

Bei den meisten Spongien führt das Knospentreiben und die Bildung von Colonien, deren Theilindividuen oft sehr innig vereinigt sind, zu grosser Verwicklung und erschwert ihr Studium ausserordentlich.

In allen Spongien können wir das Vorhandensein einer aus Zellen gebildeten Endodermschicht constatiren, welche sich auf die Wände der abführenden Canäle fortsetzt und eine Ectodermschicht aus abgeplatteten Zellen, welche gleichfalls die Wände der Zuführungscanäle desselben Systems auskleiden.

---

[1]) C. Keller. Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien des Mittelmeeres, 4°. 1876.

[2]) F. E. Schulze. Ueber den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. t. XXIX, pl. 8.

Bei einigen fibrösen Spongien (Chondrosiden) sind die Ectodermzellen nicht mehr sichtbar. Ihr Ectoderm hat sich verdickt, eine zähe Consistenz angenommen und ist mehr oder weniger mit schwarzen, braunen oder gelben Pigmenten versetzt [1]).

Zwischen den eben erwähnten beiden Zellenschichten befindet sich eine dichtere Masse von verschiedener Consistenz, mehr oder weniger glashell, in welcher eine grosse Anzahl vielfach gestalteter Gewebselemente zerstreut sind: Kerne, augenscheinliche Reste einer Cellularorganisation, die durch Verschmelzung des Protoplasma der ursprünglichen Zellen verwischt ist; ausserdem sternförmige Zellen, die ihrer Vacuolen wegen bemerkenswerth sind (*c r*, Fig. 33), wodurch sie den Zellen im Mantel der Tunicaten ähnlich werden; sodann Amoeboïdzellen, die sehr leicht bei Spongilla (Lieberkühn) zu beobachten sind, oder bei den jungen Individuen von *Sycandra raphanus* (Schulze); sie ändern ihre Form gleich den Amoeben und spielen höchst wahrscheinlich bei der Verdauung der Spongien eine wichtige Rolle. Endlich sind es lange spindelförmige und contractile Zellen, die man als erste Anfänge einer Muskelbildung ansehen kann; sie treten besonders häufig in der Nähe der Canäle auf und können diese durch ihre Contractionen zeitweilig unsichtbar machen. Endlich finden sich noch die verschiedenen Bestandtheile des Skelets.

Natur und Beschaffenheit des Skelets variiren bei den verschiedenen Spongien unendlich. Die *Myxospongien* oder *Halisarcen* allein besitzen kein Skelet. Letzteres ist entweder aus hornigen Fasern gebildet, die in mehr oder weniger complicirten Netzen angeordnet sind (*Euspongia, Aplysina*), oder es besteht aus einfachen oder strahlenförmigen Kalknadeln mit drei oder vier Aesten (*Sycon, Grantia, Leuconia*), endlich können es auch kieselige Ablagerungen in Form von Nadeln, Pfeilen, Ankern, Sternen u. s. w. sein (*Spongilla, Suberites, Esperia, Chondrilla*). Bei *Euplectella* erreichen diese kieseligen Ablagerungen eine bedeutende Länge, compliciren sich durch Verlängerungen und verstricken sich unter einander, so dass sie ein wirklich äusserst elegantes Gitterwerk bilden können; bei den *Lithospongien* (*Corallistes*) wird das Kieselskelet so dicht und compact, dass die Spongie hart und fest wie ein Stein wird. Die Knöspchen (*gemmulae*) von Spongilla umgeben sich häufig mit einer festen Schale, die aus kieseligen Gebilden zusammengesetzt ist, welche *Amphidisken* genannt werden; je zwei dieser gezackten Deckel sind durch eine Axe vereinigt; das Ganze ähnelt einem doppelten Hemdknopfe.

Noch ist zu bemerken, dass ein und dieselbe Spongie niemals Kalk- und Kieselnadeln vermengt zeigt, was der chemischen Composition der Spicula bei der Classification eine Bedeutung ersten Ranges verleiht und auf verschiedene Zusammensetzung des Protoplasma hinweist.

Das Gesammtmesoderm ist zuweilen so contractil, dass es Formveränderungen der Spongie hervorbringt und ihr gestattet, sich langsam fortzubewegen, was bei jungen Spongillen z. B. der Fall ist.

Wir haben bis jetzt nur die dem Mesoderm selbst zugehörigen Elemente besprochen, doch enthält dieses fast immer eine beträchtliche Menge fremder Körper, Sandkörnchen, Muschelstückchen u. s. w., welche durch das Wasser von Aussen dahin gebracht werden. Der Anfänger muss natürlich lernen, diese Körper richtig zu erkennen, um Irrthümer zu vermeiden. Auf diese Weise kamen, um ein Beispiel zu geben, wahrscheinlich die Nesselzellen, die bei einigen Arten von *Renicra* beschrieben worden sind, von Coelenteraten her, die in die Spongie eingeführt worden waren oder sie bewohnten (*Spongicola fistularis*).

[1]) Man sehe die Abbildungen von F. E. Schulze. Zeitschr. f. wissensch. Zool. t. XXIX, pl. 8.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Die Poren sind bei den Spongien so constant, dass sie zur Bezeichnung der Gruppe gedient haben (*Porifera*); indessen können sie sich auf der gesammten Oberfläche gewisser Individuen schliessen. Ihre Dimensionen sind sehr veränderlich; an einer Stelle sieht man welche sich schliessen, anderswo wieder öffnen. Sie vermitteln den Eintritt des Wassers in das Canalsystem, dessen Kenntniss in jeder Spongiengruppe von Wichtigkeit ist.

Bei den Asconen kann man kaum von einem Canalsystem sprechen. Die Körperwände sind einfach von Löchern durchbohrt, durch welche das Wasser in die Centralhöhlung tritt. Aber bei den Spongien, deren Körperwände eine gewisse Dicke erreichen, können wir ein wahres Canalsystem unterscheiden, das aus Zuführungscanälchen, höhlenartigen Erweiterungen oder Bläschen, die mit Geiselzellen ausgekleidet sind, also Geiselkammern und Ausscheidungscanälen besteht. Bei den Syconen sind die Canäle gerade und wenig verzweigt. Bei *Halisarca*, einer gelatinösen Spongie, sind die weit geöffneten Zuführungscanäle mit abgeplatteten und polygonalen Zellen ausgekleidet und verzweigen sich in viel engere Canälchen, die in den Geiselkammern endigen, deren Wände Zellen mit Halskrausen tragen, analog denen, die wir bei *Leucandra* aufgewiesen haben. Von der Oberfläche dieser Kammern gehen feine Canälchen aus, die in einander münden und so allmählich weitere Canäle bilden, die in den Oeffnungen der Centralhöhlung enden. Bei den *Chondrosiden* (*Chondrosia*, *Chondrilla*) sind die Canälchen, die von den Poren ausgehen, zunächst eng, convergiren mit einander in der Rindenschicht und bilden so Strahlensysteme, die in weiteren Canälen endigen. Die Canäle verästeln sich ihrerseits in der zähen Mesodermmasse in eine sehr grosse Zahl kleiner Zweige, die in meist birnenförmige Geiselkammern auslaufen. Von diesen Kammern gehen nach allen Richtungen Abführcanäle aus, die in einander münden und so allmählich breitere Röhren bilden, die das Wasser direct in die Centralhöhlung führen. Bei den hornigen Spongien von der Gattung *Aplysina* ist die Beschaffenheit des Canalsystems fast dieselbe wie die bei den Chondrositen beschriebene. Bei dem gewöhnlichen Badeschwamm (*Euspongia*) führen die Poren direct oder durch Vermittlung kurzer Canälchen in weite, länglich runde Höhlungen, die sich nahe der Rindenschicht befinden; diese Höhlungen sind gleich den Canälen vollkommen mit einer Schicht abgeplatteter Zellen ausgekleidet. Es gehen von ihnen zahlreiche Canälchen aus, die sich in der Masse der Spongie unendlich verzweigen und auf kleine birnförmige Kammern stossen (*Ampullae*, Schulze), die mit cylindrischen Zellen bedeckt sind, welche in einem glasartigen Halse enden, von dessem Centrum eine Borste ausgeht. Also sind die beschriebenen Höhlungen die Geiselkammern. Von ihrem schmalsten Ende führt ein kleiner Zuführungscanal weg, der in einen benachbarten mündet, und beide zusammen setzen sich zu einer weiten Höhle fort, die an der Oberfläche des Schwammes in einem Osculum ausmündet.

Man sieht aus diesen wenigen Beispielen, dass die verschiedenen Spongien uns eine fortschreitende Entwicklung des Canalsystems darbieten, von einfachen die Körperwände durchdringenden Löchern bis zu einem complicirten Ganzen von Canälen und Geiselkammern.

Bei den in Colonien lebenden Spongien finden sich mehrfache Oscula. Ursprünglich sind eben so viel Oscula als Individuen der Colonie vorhanden, doch im Laufe der Entwicklung wird ihre Zahl gewöhnlich durch die Schliessung einiger oder durch die Zusammenschmelzung mehrerer Oscula zu einem einzigen reducirt. Bei der jungen *Spongilla* ist das Osculum nur das Ende einer contractilen Röhre, einer Art Schlauch, der nach Aussen hervorsteht und durch den das ausströmende Wasser fliesst. Bei der Mehrzahl der übrigen

Spongien wird die Peripherie des Osculums, das Peristom, durch eine Circularmembran gebildet.

Einige Spongien können durch einfache Annäherung ursprünglich isolirter Individuen Colonien bilden; ihre Gewebe fliessen in einander und ihre beiderseitigen Canäle vereinigen sich am Berührungspunkte; dies ist z. B. gewöhnlich bei *Spongilla* der Fall.

Die Spongien pflanzen sich fort: durch Theilung (*Spongilla*), ein Individuum zerlegt sich in zwei oder drei Stücke, die unabhängig von einander zu existiren fortfahren; durch Knospen (*Gemmulae*), d. h. durch Bildung meist kugeliger Körperchen mit fester Schale, welche Nadeln, Amphidisken und Cellularelemente einschliessen; die Knöspchen fallen auf den Grund des Wassers und verbringen dort den Winter. Im Frühling öffnet sich die Schale, um die Weiterentwicklung ihres Inhaltes zu gestatten. Dies ist analog der Fortpflanzung durch Kystenbildung, die wir schon bei den Protozoen erwähnt haben und auch bei vielen anderen Thieren wiederfinden werden. Endlich pflanzen sich die Spongien auch auf sexuellem Wege fort, durch Erzeugung von Eiern und Samenzellen. Diese Elemente resultiren aus der Differenzirung von Zellenelementen des Mesoderm. Man hat ihre Existenz zuerst bei *Spongilla* constatirt, dann allmählich bei allen Spongien, wo man sie gesucht hat. Sie sind besonders gut beschrieben von Schulze und zwar an *Halisarca*, wo sie während der Sommermonate inmitten des Mesoderm zwischen den Geiselkammern des Canalsystems in reichem Maasse vorhanden sind. Man findet daselbst Eier auf allen Entwicklungsstufen; die jüngsten unterscheiden sich nicht von den Amoeboïdzellen des Mesoderms. Was die Samenzellen anbelangt, so zeigen sich diese, wenn sie reif sind, bei der Prüfung als körnige und dunkle Körperchen, aus denen man durch Schläge oder durch Druck ungemein bewegliche Zoospermen hervortreten lassen kann, die aus einem kleinen runden oder ovalen Kopfe und einem langen Geiselschwanze bestehen. Wir verweisen hinsichtlich der Entwicklung der befruchteten Eier auf die Darstellung von Balfour in seinem Handbuche der vergleichenden Embryologie.

Literatur. Grant, Observations and experiments on the structure and function of Sponges. Edinb., Philos. Journ., 1825, 1826. — Bowerbank, Zahlreiche Abhandlungen in Proc. Zool. Soc., 1863 bis 1876, und Phil. trans., 1858 bis 1862. — Lieberkühn, id. in Müller's Archiv, 1856 bis 1867. — Carter, id. in Ann. and Mag. of. nat. hist., 1847 bis 1880. — O. Schmidt, Die Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig 1862 und Supplem. 1864 bis 1866 bis 1868. — O. Schmidt, Grundzüge einer Spongienfauna des Adriatischen Meeres. Leipzig 1870. — E. Haeckel, Die Kalkschwämme, 2 vol. und Atlas. Berlin, 1872. — F. E. Schulze, Eine Reihe von Abhandlungen in Zeitschr. für w. Zool. 1875 bis 1880. — Metschnikoff, Spongiologische Studien, Zeitschr. für w. Zool. 1879. — Barrois, Mémoire sur l'embryologie de quelques Éponges de la Manche. Ann. des Sc. nat. 6 sér. t. III, 1876. — Keller, Studien über die Organisation und Entwicklung der *Chalinen*. Zeitschr. f. w. Zool., t. XXXVIII, 1879. — Vosmaer, *Porifera*, in Bronn's Thierreich, 1882. — Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebers. v. Vetter. 1880.

Unterkreis der eigentlichen Coelenteraten, Nesselthiere oder Cnidarier.

Metazoen mit centralem Munde und Verdauungshöhle, welche in den meisten Fällen in gastrovasculäre mündungslose Canäle sich fortsetzt, ohne After, und mit Nesselzellen (*Cnidoblasten*) versehen.

Man unterscheidet in diesem Unterkreise drei Classen:

1. Die **Anthozoen** oder **Korallenthiere**, mit einem eingestülpten Mundrohre, das eigene Wände besitzt, und mit Mesenterialfalten in bestimmter Zahl;
2. Die **Hydromedusen** oder **Hydrozoen**, mit einfachem, nicht eingestülptem, wandungslosem Mundrohre, und ohne Mesenterialfalten;
3. Die **Ctenophoren** oder **Rippenquallen** mit reihenweise gestellten Schwimmblättchen.

Das Ectoderm kann die mannigfaltigsten Bildungen zeigen. In den einfachsten Fällen aus einer einzigen Schichte epithelialer oft wimpernder Zellen bestehend, kann es in anderen Fällen vielfache Schichten veränderter und differenzirter Zellen bieten, so dass man in den oberflächlichen Schichten einzellige Drüsen, Tastzellen und Cnidoblasten unterscheidet, während in den tieferen Schichten Elemente auftreten, welche als Ganglienzellen und Nervenfäden, sowie als Muskelfasern angesprochen werden können.

Die Nesselzellen, Cnidoblasten oder Nematocysten sind die constantesten Elemente des Ectoderms. Diese Zellen enthalten eine innere, mit dicken und festen Wänden versehene Kapsel, welche gewöhnlich oval oder selbst länglich und senkrecht in dem dicken Ectoderm eingepflanzt ist. Das oberflächliche Ende ist durch eine minder harte Haut geschlossen, und die Kapsel enthält ausser einem fast flüssigen Protoplasma einen gewöhnlich spiralförmig eingerollten Faden, den Nesselfaden oder Cnidocil. Bei der geringsten Berührung entrollt sich der Faden und springt wie eine steife Borste vor. Man sieht oft an der Wurzel des ausgestreckten Cnidocils kleine Härchen, welche ebenfalls steif sind; die Nesselfäden verwunden, und es ist wahrscheinlich, dass die in der Kapsel enthaltene Flüssigkeit ätzende und giftige Eigenschaften hat. Die Cnidoblasten sind sehr verschieden entwickelt; sie befinden sich hauptsächlich auf den Fühlern und den Armen, sind oft in Gruppen zusammengedrängt oder bilden knäuelförmige Batterien auf gewissen Specialorganen. Vertheilung, Grösse und Ausbildung

dieser Nesselzellen variiren bedeutend; oft ausserordentlich klein auf den Fühlern der meisten Anthozoen werden die Kapseln und die Nesselfäden in den Nesselknöpfen gewisser Siphonophoren so bedeutend, dass man sie mit nacktem Auge sehen kann.

Die einzelligen Drüsen haben im Allgemeinen die Form einer am dünnen Ende offenen Birne. Sie sondern einen klebrigen Schleim ab.

Die Wimperzellen oder in ihrer Abwesenheit die Pflasterzellen, welche die oberflächliche Schicht des Ectoderms bilden, bieten keine besondere Gestaltung. Man kennt bei den Nesselthieren keine Kragen- und Geiselzellen, wie bei den Schwämmen. Die Schwimmplättchen der Ctenophoren scheinen eine besondere Modification darzustellen, welche durch das Zusammenkleben steifer Wimpern erzeugt wird.

Man muss bemerken, dass alle diese Zellenbestandtheile des Ectoderms sich auf gleiche Weise im Endoderm entwickeln können, nur fehlen daselbst die Wimper- und Drüsenzellen fast niemals, während die Cnidoblasten sich seltener vorfinden und Tastzellen niemals im Endoderm vorkommen.

Alle diese Zellen können auch mit feinen Faserelementen in Verbindung sein, welche in den tieferen Schichten des Ectoderms entwickelt sind. Diese Fäserchen sind ursprünglich mit blassen und deutliche Kerne besitzenden Zellen in Verbindung, welche bald Ausläufer zeigen und das Ansehen von Nervenzellen erhalten, bald sich nur an beiden Enden in muskellose, feine Fasern verlängern (Myoblaste). In histologischer Hinsicht kann man die Entwicklung dieser beiden Arten von Zellen bis zu Gangliengruppen und wohlcharakterisirten Nervenfasern, sowie andererseits zu Muskelfasern verfolgen, welche sogar das Aussehen gestreifter Fasern bieten können.

Ganz die gleichen Bestandtheile befinden sich in den tieferen Schichten des Ectoderms.

Bei den höheren Thieren der Gruppe treten als letzte Entwicklungsstufen dieser Elemente Sinnesorgane, zerstreute oder in centralen Massen vereinigte Ganglien und Nerven auf, und bei allen wird eine aufmerksame histologische Untersuchung die Gegenwart von länglichen Tastzellen nachweisen lassen, welche an der Oberfläche ein feines Härchen zeigen und sich mit ihrem spitzen Innenende in ein feines Nervenfädchen fortsetzen.

Das Mesoderm besteht aus einer homogenen, durchsichtigen, der Dichtigkeit und Dicke nach sehr veränderlichen Substanz. In den einfachsten Fällen bildet dieses gleichartige Mesoderm zwischen den beiden anderen Schichten ein dünnes Blättchen, das man die Stützlamelle genannt hat, weil sie die normale Körperform bestimmt. Aber in den meisten Fällen verdickt sich das Mesoderm bedeutend, sei es in mehr gleichartiger Weise, sei es nur an einzelnen Stellen, und kann dann eine sehr bedeutende Mächtigkeit gewinnen. Man nennt es dann das

Coenenchym. Das Mesoderm wird ursprünglich durch eine Art Absonderung aus den beiden anderen Schichten gebildet, enthält aber oft eingewanderte Zellen und Zellenkerne, die sich in einzelnen Fällen weiter entwickeln können, meist aber verkümmert bleiben.

In dem Mesoderm bilden sich stets diejenigen Theile, welche das Skelet zusammensetzen. Die Verdichtung kann sich bis auf den Grad vermehren, dass Massen, Kelche, Hüllen, Stiele etc. gebildet werden, welche ein horniges Ansehen haben, wie z. B. bei *Antipathes*, *Gorgonia* etc. Aber in den meisten Fällen entstehen mineralisirte, aus kohlensaurem Kalk zusammengesetzte Bestandtheile, welche zuerst durch einzelne im Mesoderm zerstreute Nadeln (*Spicula*) gebildet werden und sich dann zu einem consistenten Skelet vereinigen, welches manchmal sogar vollständig compact wird. In diesem Falle kann sich das Skelet in einem solchen Grade mineralisiren, dass es fast nur aus krystallinischen Elementen besteht, in welchen man nur mit Mühe einen kleinen Rest von organischen Bestandtheilen feststellen kann.

Das Endoderm besteht genau aus den gleichen Bestandtheilen wie das Ectoderm, und oft kann man beide nur durch die Lagerung unterscheiden. Aber in den meisten Fällen erkennt man es leicht durch das Verhältniss und die Entwicklung der bildenden Bestandtheile. Die verschiedenen Entwicklungszustände der Nervenzellen und der Myoblasten fehlen daselbst oft, die Cnidoblasten ebenfalls, die einzelligen Drüsen sind zahlreicher, die Wimperzellen deutlicher entwickelt etc.

Das Endoderm bekleidet alle inneren Oberflächen vom Munde an bis in die letzten Verzweigungen der gastrovasculären Canäle.

Eine merkwürdige Eigenthümlichkeit der Nesselthiere besteht darin, dass die Bestandtheile der verschiedenen Schichten sich gegenseitig durchdringen können. Auf diese Weise können die skeletogenen Bestandtheile des Mesoderms bis in das Ectoderm reichen, und in den meisten Fällen durchdringen sie dasselbe sogar in solcher Weise, dass sie es auf einem grossen Theile seiner Erstreckung ersetzen. Umgekehrt dringen die muskulösen und nervösen Elemente von beiden Seiten, vom Ectoderm wie vom Endoderm aus in das Mesoderm ein und zwar in solcher Weise, dass oft das ganze Coenenchym von Netzen und Streifen dieser Bestandtheile, welche ihm ursprünglich fremd waren, durchsetzt ist.

Bezüglich der Gestaltung der Organismen in ihrer Gesammtheit, sowie in ihren Organen selbst, haben wir sehr wenig Allgemeines zu sagen; wir versparen diese Bemerkungen für die einzelnen Classen.

In einer einzigen Classe, derjenigen der Rippenquallen oder Ctenophoren, finden wir stets nur vereinzelte gleichwerthige Individuen, welche alle ihr Lebenlang frei umherschwimmen. In den anderen Classen sehen wir wohl noch vereinzelte Individuen in grosser Zahl,

aber wir finden ausserdem sehr häufig Kolonien, welche durch Knospung erzeugt worden sind, ihr ganzes Leben hindurch vereinigt bleiben und Stöcke bilden. Wenn einerseits in vielen Fällen alle die Gesammtheit einer Art bildenden Individuen identisch sind, so sehen wir bei anderen einen manchmal aufs Aeusserste getriebenen Polymorphismus, der zuweilen in einem solchen Grade entwickelt ist, dass für jede Verrichtung sich besondere Individuen finden, welche oft gegenüber der Gesammtheit einer Kolonie nur die Rolle specialisirter Organe spielen, während man andererseits ihre Bedeutung als Einzelwesen nicht läugnen kann.

Nur zwei organische Systeme finden sich überall vor, die Verdauungs- und die Zeugungsorgane.

Das Verdauungssystem besteht aus einer centralen Verdauungshöhle und den gastro-vasculären Kanälen. Die Verdauungshöhle kann einfach bleiben, so dass der ganze Leib einem Sack ähnlich sieht, welcher in seiner Axe eine Centralhöhlung zeigt, die am Vorderende sich durch den Mund öffnet. In den meisten Fällen setzt sich diese Höhle direct in Kanäle fort, welche, wie die Höhlung selbst, innerlich vom Endoderm ausgekleidet, in der Leibesmasse eingegraben sind, und nach der Peripherie hin sich strahlenförmig fortsetzen. Diese Strahlen sind nach den Exponenten 4 und 6 oder deren Multiplen geordnet. Die strahlenförmige Anordnung geht aber, wie wir jetzt wissen, bei allen Nesselthieren ohne Ausnahme aus einer ursprünglichen bilateralen Symmetrie als weitere Entwicklungsstufe hervor. Sind die Thiere in Kolonien vereinigt, so communiciren die gastro-vasculären Kanäle mit einander. Bei den Anthozoen allein stülpt sich die Umgebung der Mundöffnung nach innen ein, um ein Mundrohr zu bilden, welches eigene Wände hat; bei allen anderen besitzt das ganze gastro-vasculäre System keine gesonderten Wände, sondern ist nur vom Endoderm bekleidet, welches unmittelbar dem Mesoderm anliegt. Es giebt also keine allgemeine Körperhöhle oder Coelom.

Es giebt auch keinen After. Bei einigen Anthozoen und bei allen Ctenophoren findet man dem Munde entgegengesetzte Oeffnungen, welche mit der gastro-vasculären Höhlung in Verbindung sind; aber diese Mündungen dienen nur zum Durchlassen von Wasser und die Ueberbleibsel der Verdauung, sowie alle anderen Aussonderungsstoffe (Eier u. s. w.) werden durch die Mundöffnung ausgestossen.

Das Zeugungssystem ist nicht durch besondere Organe vertreten. Eier oder Samenzellen können sich auf Kosten vorhandener Bildungszellen an den verschiedensten Stellen des Leibes im Ectoderm wie im Endoderm entwickeln, wenngleich der erste Fall seltener ist. In einigen noch selteneren Fällen (*Hydractinia*) bilden sich die Eier im Endoderm, die Samenzellen im Ectoderm.

Classe der Anthozoen oder Korallenthiere.

Nesselthiere mit eingestülptem Magenrohre, mit Mesenterialfalten und Fühlern, welche in bestimmter Zahl vorhanden sind. Thiere, welche zum Theil einzeln, öfter aber in Kolonien leben und meist festsitzen, ausgenommen in ihrer ersten Jugend. Monomorphe, nur sehr selten dimorphe oder aus zweierlei Individuen bestehende Kolonien. Die Zeugungsproducte werden stets auf den Mesenterialfalten, folglich im Endoderm gebildet. Die Individuen sowie die Kolonien können hermaphroditisch oder geschlechtlich getrennt sein.

Man nimmt zwei Ordnungen an:

1. Die **Octactinier** oder **Alcyonarien.** Polypen, welche meistens in monomorphen Kolonien getrennten Geschlechtes leben, mit acht Fühlern und ebenso viel Mesenterialfalten und Scheidewänden versehen sind. Es giebt stets Skeletbildungen, welche bald spiessförmig und zerstreut sind, bald festere Polypenstämme bilden; die Scheidewände sind niemals verkalkt (*Alcyonium*, *Pennatula*, *Veretillum*, *Gorgonia*, *Corallium*, *Tubipora*).
2. Die **Hexactinier** oder **Zoanthen.** Einzelne oder in Kolonien lebende Polypen, oft fleischig, gewöhnlich mit festem Skelet und mit verkalkten Scheidewänden, welche sechs Fühler oder mehrfache Kreise von Fühlern in Multipeln von sechs tragen (*Antipathes*, *Actinien*, *Cerianthus*, *Madripora*, *Fungia*, *Astraea*, *Macandrina*, *Caryophyllia*, *Turbinolia*). Die Korallenriffe bildenden Arten gehören dieser Ordnung an.

Typus: *Aleyonium digitatum* [1]).

Wir haben diesen an allen felsigen Küsten Europas in einer Tiefe von einigen Metern sehr häufigen Typus gewählt, weil er in Bezug auf die Bildung des Skelets gewissermaassen mittlere Verhältnisse bietet. Nachdem man lebende Kolonien beobachtet hat, kann man den durch die gewöhnlichen Mittel, besonders Alkohol erhärteten Polypenstock in Längs- und Querschnitte zerlegen, ohne genöthigt zu sein, mittelst verdünnter Säuren zuvor das Kalkskelet aufzulösen, wie es bei anderen Korallen nöthig ist. Die verdünnte Essigsäure dient zur Dissociation

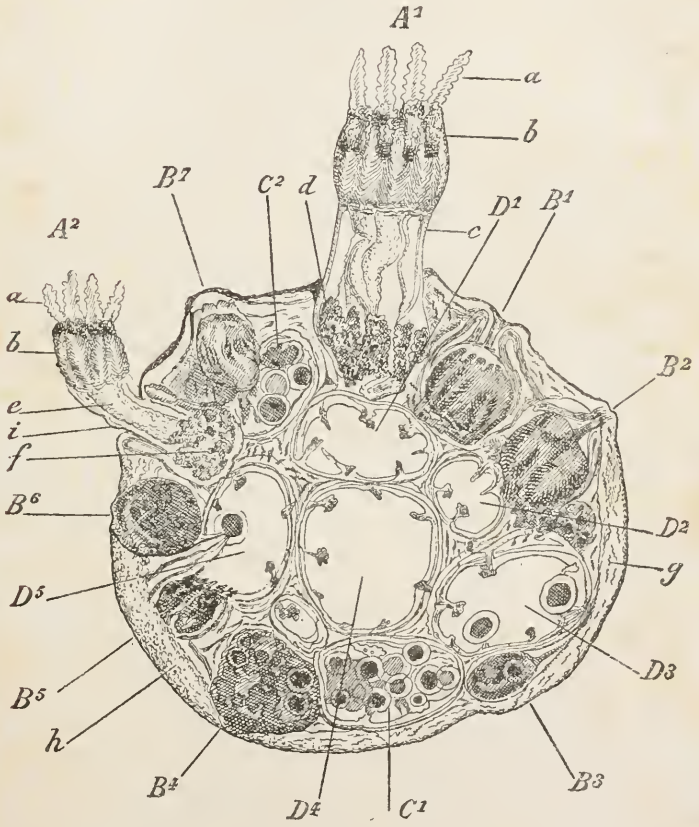
[1]) Die verschiedenen als *A. digitatum*, *palmatum*, *lobatum etc.* bezeichneten Arten sind unserer Ansicht nach nur Varietäten, deren Form und Entwicklung von der Unterlage, dem Reichthum an Nahrung und Baumaterial abhängig ist. Die unseren Untersuchungen zu Grunde liegenden Exemplare stammen von Cette und Agde in der Provence.

der Gewebe, sie ist auch nützlich, um die Masse zu entkalken, wenn man die einzelnen Gewebe studiren will.

Wir unterscheiden in erster Reihe die Polypen und den Polypenstock, in dessen Dicke die Polypen sitzen.

Die ausgedehnten Polypen haben die Form von achtblätterigen Blumen mit verlängerten Kelchen. (Um die Zeichnung nicht zu überladen, haben wir nur die vier oder fünf Fühler dargestellt, welche sich

Fig. 41.



Querschnitt eines Zweiges von einem weiblichen Alcyonium, um die allgemeine Anordnung der Theile zu zeigen. A^1 und A^2 Ausgestreckte Polypen; B^1 bis B^7 in ihre Kammern zurückgezogene Polypen, auf verschiedenen Höhen und in verschiedenen Richtungen durchschnitten; C^1 und C^2 gastro-vasculäre Kammern mit Eiern gefüllt; D^1 bis D^6 gastro-vasculäre Canäle mit unvollständigen Scheidewänden, deren zwei noch Eier enthalten. *a* Fühler, *b* Halskrause, *c* Hals, *d* Gastraltheil der Polypen, *e* Mundrohr, *f* Mesenterialfalten, *g* Coenenchym mit Spiesschen, *h* äussere Kruste, *i* Kragenscheide.

auf derselben Ebene zeigen, wenn man die Polypen unter dem Mikroskope betrachtet). Wir unterscheiden an den Polypen die acht Fühler (Fig. 41, *a*), welche kreisförmig die mittlere Mundöffnung umgeben, die Halskrause mit acht Wülsten (*b*), den vom Mundrohre durchsetzten Hals (*c*) und den Gastraltheil (*d*), welcher mit acht Mesenterialfalten befestigt ist.

Die Fühler zeigen im Centrum eine übrigens sehr feine Fortsetzung der gastro-vasculären Canäle. Ihre Masse wird von einem gleichartigen, sehr zarten Gewebe gebildet, welches die Fortsetzung der Stützlamelle ist. Im Epithel sind sehr kleine, aber sehr zahlreiche Cnidoblasten eingepflanzt; es bedarf einer sehr starken Vergrösserung, um sie anders als ovale Körperchen mit scharfen Umrissen zu unterscheiden. An der Wurzel der Fühler lassen sich unter sehr starker Vergrösserung und nach Anwendung zusammenziehender Reagentien (Alkohol, verdünnte Chromsäure) feine Muskelbündel sehen.

Die Fühler besitzen eine sehr grosse Contractilität. Gewöhnlich sieht man sie auf den im Weingeiste aufbewahrten Schnitten und Kolonien gänzlich eingezogen und in das Innere der Halskrause zurückgeschlagen; bei mässiger Ausdehnung bieten sie die Form langer Blumenblätter mit sägeförmigen Rändern (Fig. 1), aber in gewissen Fällen verlängern sich alle Theile dermaassen, dass die Fühler Hirschhörnern ähneln, welche auf beiden Seiten mit sehr langen Zacken besetzt sind, wie wir sie in Fig. 43 (*a*) dargestellt haben. Wir haben einige in Weingeist aufbewahrte Polypenstöcke, wo alle Polypen auf diese unmässige Weise verlängert sind, doch können wir nicht sagen, welcher Ursache wir diesen Zustand zuschreiben sollen, da diese Polypenstöcke wie die anderen behandelt wurden, auf welchen die Polypen zusammengezogen sind.

Die Halskrause (Fig. 41, *b*) unterscheidet sich durch ihre kelchartige Form und durch die acht länglichen von einander getrennten Wülste, welche auf ihrem Umfange sich hervorheben und einer Anschwellung des Stützblättchens oder Mesoderms zuzuschreiben sind, in welchem gewöhnlich rothgefärbte zahlreiche Nadeln eingeordnet sind. Diese Kalknadeln sind in Winkeln zu einander geneigt, deren Spitze nach den Fühlern hin gerichtet ist. Ihre Zahl ist veränderlich; man findet Polypen, wo sie in grosser Zahl angesammelt sind, so dass die Halskrause acht rothe Streifen bietet; bei anderen Polypen sind sie seltener und farblos, aber sie fehlen niemals. Die Wülste treten auch nach innen hervor, so dass ein Querschnitt des Schlundes eine achteckige Figur bietet. An der Wurzel der Halskrause flachen sich die Wülste ab und die Nadeln reihen sich quer an einander. Das Ectoderm und das Endoderm bestehen aus Pflasterzellen ohne dazwischen liegende Cnidoblasten. Nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure lassen sich die ihrer Nadeln beraubten Wülste kaum bemerken.

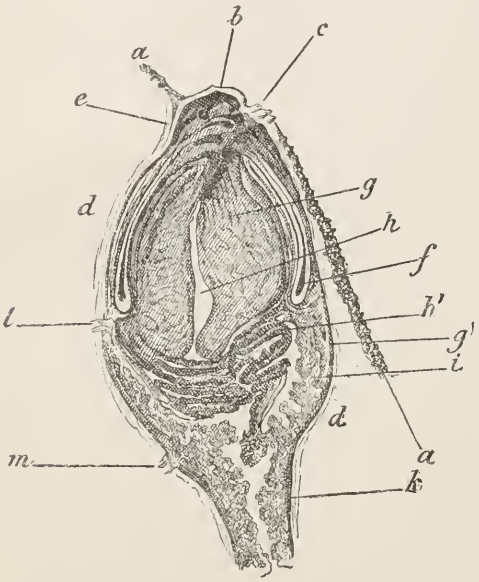
Der Hals (*c*, Fig. 41) ist von einer gleichartigen, durchsichtigen und elastischen Hülle umkleidet, die doppelte, sehr scharfe Umrisse und oft Querfalten zeigt, wie sie ein dicker gefalteter Stoff bilden würde. Wir haben manchmal an dieser Hülle eine äussere Bekleidung aus feinen Pflasterzellen zu sehen geglaubt, aber in den meisten Fällen ist es uns unmöglich gewesen, dieses Epithelium zu bestätigen. Im Inneren dieser Hülle und von ihr gänzlich unterschieden läuft der Mund- oder Schlundcanal, (*c*, Fig. 41; *d*, Fig. 43) welcher aus sehr dünnen Wänden mit Zellenbekleidung gebildet ist. Man bemerkt daselbst kaum eine Spur von einer strahligen Anordnung. Wir kommen auf die Verhältnisse desselben zurück.

Der Gastraltheil (*d*, Fig. 41) ist stets in den Polypenstock eingesenkt und selbst bei der grössten Ausdehnung des Polyps tritt er nie gänzlich aus der kugeligen Kammer heraus, in welcher er eingeschlossen ist. Die acht Mesenterialfalten entwickeln sich in diesem Theile so bedeutend, dass sie nur eine sehr kleine Höhlung in der Mitte übrig lassen. Sie gleichen dicken, in gedrängten Wellen stark gefalteten Bändern. Diese Fransen sind nur Verdoppelungen der inneren Wand, und bilden die directe Fortsetzung des Mundrohres. Sie zeigen eine klare gleichartige Mittelschicht, welche sich als eine bedeutende Anschwellung der in den Wänden des Mundrohres sehr dünnen mesodermischen Stützlamelle offenbart, und auf den freien Flächen von grossen rundlichen und mit Körnchen gefüllten Zellen bekleidet ist, deren äusserste Schicht wimpert und die oft an der Spitze der Stützlamelle bedeutend wuchern. Diese Zellen spielen augenscheinlich bei der Verdauung die wichtigste Rolle. Ausser ihnen finden sich noch Muskelfasern, auf die wir zurückkommen werden. Die Mesenterialfransen zeigen sich erst dann in ihrer natürlichen Lage, wenn der Polyp gänzlich ausgestreckt ist (*A'*, Fig. 41). Sie laufen dann in dem Grunde der Kammer, der Kugelform derselben gemäss, zusammen. Wenn der Polyp in seine Zelle sich zurückgezogen und zusammengefaltet hat (Fig. 42 a. f. S.), wie es gewöhnlich bei den zur Fertigung feiner Schnitte vorbereiteten Stücken der Fall ist, so sind die Fransen so sehr in einander verwickelt (*h'*, Fig. 42), dass man nur selten (Fig. 41, B^4) in der Mitte einen kleinen hellen Raum als die Fortsetzung der Gastralhöhle erkennen kann. Die Mesenterialfalten setzen sich in der ganzen Länge der gastro-vasculären Canäle, welche den Polypenstock durchlaufen, als unvollkommene Scheidewände fort. In diesen Canälen selbst, wo sie auf ihr Minimum beschränkt sind, kann man am besten ihre ursprüngliche Structur studiren. Man sieht dann auf dünnen Querschnitten, dass diese rudimentären Scheidewände Vorsprünge bilden, die aus einem gleichartigen, vom Mesoderm stammenden Mittelblatte gebildet sind, welches mit einem dem Endoderm angehörigen Epithel überzogen ist, das auf dem freien Rande der Scheidewände Anschwel-

lungen bildet, wenn der Schnitt in der Nähe des Polypen geführt worden ist.

An der inneren Hälfte der Mesenterialfransen, da, wo sie noch in der Kammer des Polypen eingeschlossen sind, bilden sich zunächst die Eier und die Samenzellen, je nachdem der Polypenstock männlich oder weiblich ist. In der That haben wir niemals in einzelnen Polypenstöcken Polypen beider Geschlechter gefunden, es gab nur Eier oder Samenzellen; Alcyonium ist also getrennten Geschlechts.

Fig. 42.



Längsschnitt eines in seine Kammer zurückgezogenen Polypen bei schwacher Vergrösserung; *a* äussere mit Spiesschen bedeckte Kruste; *b* Peristom bildender Theil ohne Spiesschen; *c* Mundöffnung der Kammer; *d* Coenenchym; *e* äussere eingebogene Falte der Kammer; *f* Einstülpung, welche die Scheide des Kragens und der Krause bildet; *g* eingestülpte Fühler und Halskrause, g^1 Wand der Kammer; *h* Centraler Mundcanal; h^1 Mesenterialfalten; *i* Epithelium des Endoderms; *k* Fortsetzung der Kammer in einen gastrovasculären Canal; *l* Anheftungspunkt der Muskelfasern; *m* Mündung eines Nährcanals..

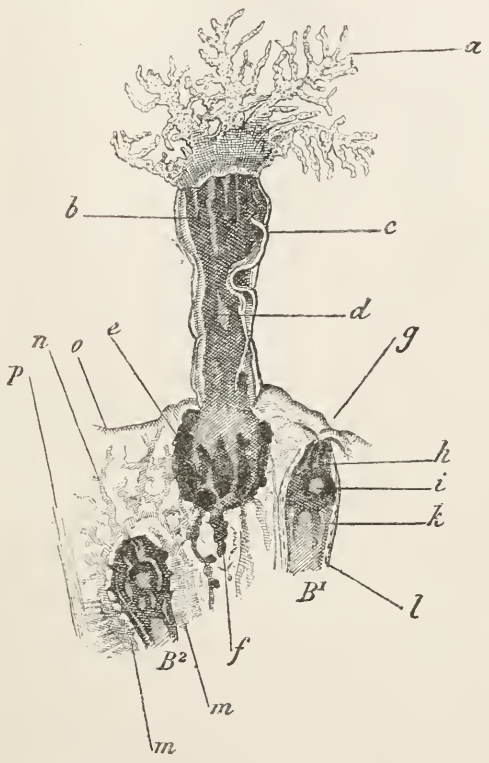
Wenn einmal die Bildung der Eier oder Samenzellen im unteren Theile der Fransen angefangen hat, fährt sie noch auf den unausgebildeten gastro-vasculären Scheidewänden bis auf eine gewisse Entfernung vom Polypen fort, und da diese Erzeugnisse an Umfang bedeutend zunehmen, findet man oft auf Schnitten zu Kammern erweiterte Canäle, welche Eier enthalten, die an den Scheidewänden wie an Stielen befestigt sind (*C*, Fig. 41).

Die Polypen ziehen sich zurück, indem sie zuerst ihre aufs Kleinste zusammengezogenen Fühler ins Innere des Halskragens zurückschlagen und dann den gefalteten Hals zurückziehen, wodurch die Mesenterialfransen im Grunde so zusammengepresst werden, dass sie theilweise mit dem Mundrohr in die Halskrause zurücktreten. Die äusseren warzenförmigen Vorsprünge, welche die Kammeröffnung umgeben, schliessen sich über derselben zusammen.

Auf gelungenen Schnitten (B^1, Fig. 41) sieht man solche gänzlich zurückgezogene Polypen, welche oben nur die acht warzenförmigen, getrennten Erhöhungen zeigen und auf deren kugelförmigem Leibe man noch die Wülste der Halskrause erkennen kann. Wir haben (Fig. 42) die Zeichnung eines Längsschnittes einer in seine Kammer zurückgezogenen Polypen gegeben. Der Schnitt hat die Axe des Mundrohres getroffen. Man sieht die durch die Scheide der Halskrause und des Halses gebildete Einfaltung, die quer gefalteten Mesenterialfransen und die Fortsetzung der Polypenkammer in den von seinem Epithelium ausgekleideten Gastro-vasculärcanal.

Fig. 43.

A



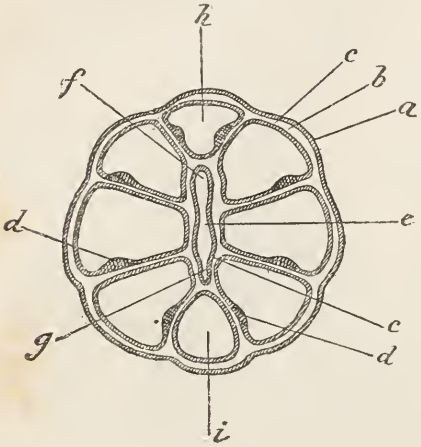
Entkalkte Portion eines Längsschnittes von einem Zweige, dessen Polypen sich im Zustande der höchsten Ausdehnung befanden. *A* ausgestreckter Polyp; *a* fingerförmige Fühler; *b* Halskrause, deren Wülste kaum sichtbar sind; *c* Scheide der Halskrause und des Kragens; *d* Mundrohr; *e* Gastraltheil mit den Mesenterialfalten; *f* Scheidewände, welche die Fortsetzungen der Mesenterialfalten bilden. B^1 und B^2 Knospen; B' ist mehr vorgerückt; *g* beginnende äussere Einstülpung; *h* Fühler; *i* Mund; *k* Mesenterialfalten; *l* Einstülpung der Scheide des Kragens, welche in der Differenzirung begriffen ist; *m m* Sammelcanal der Netze von Nährcanälen, welche die Knospe B^2 umgeben; *n* Capillarnetz der Nährcanäle im Coenenchym; *o* peripherische Kruste des Polypenstockes; *p* Bündel muskulöser Fasern.

Wir müssen hier auf die Structur und Anordnung des Mundrohres und der Mesenterialfalten zurückkommen.

Bei Untersuchung eines wohl ausgedehnten lebenden Polypen oder gelungener Querschnitte kann man sich überzeugen (Fig. 44 a. f. S.), dass die Mundöffnung die Gestalt einer ovalen Längsspalte hat, die sich in einer queren, mit stark entwickelten Muskelfasern versehenen Ausbreitung der Mundscheibe öffnet. Diese

spaltenförmige Gestalt des Mundes entspricht der Anordnung der mesenterialen Scheidewände und Falten, welche zwar im Ganzen strahlig ist, aber nicht destoweniger eine symmetrische Disposition zeigt. Die Axe der Mundöffnung entspricht in der That einer verticalen Längsebene, die den ganzen Polypenkörper in zwei symmetrische Hälften theilt, deren jede vier Scheidewände enthält. Da diese Scheidewände nicht gleich lang und auch nicht in ganz gleichen Abständen von einander geordnet sind, so kann man ein vorderes und ein hinteres Paar kürzerer Scheidewände unterscheiden, welche den beiden Rinnen entsprechen, die an dem Schlundrohre durch die Fortsetzung der beiden Ecken der Mundspalte gebildet werden. Jederseits stehen dann ein Paar längere Scheidewände. Auf diese Weise werden acht Längsfächer durch die Scheidewände geschieden, von welchen zwei, den Mundecken entsprechende, unpaar, die drei auf den Seiten gelegenen dagegen paarig sind. Eines der beiden unpaaren Fächer, welches man das ventrale Richtungsfach genannt hat, gewinnt durch die Anordnung der Muskelbündel auf den Scheidewänden eine besondere Bedeutung; das ihm gegenüber stehende unpaare Fach heisst das dorsale Richtungsfach.

Fig. 44.



Schematischer Querschnitt eines Polypen in der Höhe des Beginnes der Mesenterialfalten. *a* Ectoderm; *b* Mesoderm; *c* Endoderm; *d* Muskelfahnen; *e* Mundrohr; *f* Bauchrinne; *g* Rückenrinne; *h* ventrales Richtungsfach; *i* dorsales Richtungsfach (nach Hertwig).

Ausser dem eben beschriebenen, vom Endoderm stammenden Epithelium, zeigen die Mesenterialfalten Muskelbündel zweierlei Art; die einen der Länge nach verlaufenden sind Retractoren, während die anderen sich auf der Stützlamelle in querer Richtung ausbreiten. Diese letzteren bilden bei Alcyonium einen so dünnen Belag der Stützlamelle, dass es schon bedeutender Vergrösserungen bedarf, um sie zu sehen, und an vielen Orten fehlen sie ganz. Die Retractoren dagegen bilden auf jeder Mesenterialfalte ein ziemlich bedeutendes Bündel, welches sich auf Querschnitten wie eine gewölbte Anschwellung zeigt, auf welcher die einzelnen Muskelfasern körnige Zeichnungen bilden. Man hat diese oft schief gestellten und verzweigten Faserbündel die Muskelfahnen genannt. Da nun diese Fahnen nur auf einer Seite der

Mesenterialfalten entwickelt sind, so ergeben sich dadurch besondere Anordnungen, die bei Alcyonium folgender Art sind. In dem ventralen Richtungsfach sind die Muskelfahnen einander zugekehrt, springen also in dasselbe vor; in den Seitenfächern stehen sie auf der dem ventralen Richtungsfach zugewandten Seite und auf den Scheidewänden des dorsalen Richtungsfaches sind sie von einander abgewendet, so dass dieses Fach keine Fahnen enthält. Diese Orientirung der Fahnen ist bei allen Polypen nicht die gleiche, und namentlich bei denjenigen, wo die Scheidewände sich vervielfältigen, oft verschieden.

Auf den Fortsetzungen der Mesenterialfalten in die unvollständigen Scheidewände der gastro-vasculären Canäle fehlen die Muskelfahnen durchaus.

Der Polypenstock besteht seiner ganzen Masse nach aus einem klaren, gleichartigen, durchsichtigen Coenenchym (*g*, Fig. 41), ohne die mindeste Spur von Structur, welches im Ganzen dem Bindegewebe höherer Thiere ähnelt. Dieses Gewebe wird von den gastro-vasculären Canälen durchlaufen (*D*, Fig. 41), welche überhaupt eine mit den Achsen des Stengels und der Zweige parallele Richtung befolgen; es enthält ausserdem Kalknadeln von verschiedenen Formen, Zellenzüge, kleinere, in Gestalt von Capillarnetzen verzweigte Canäle und Bündel von Muskelfasern.

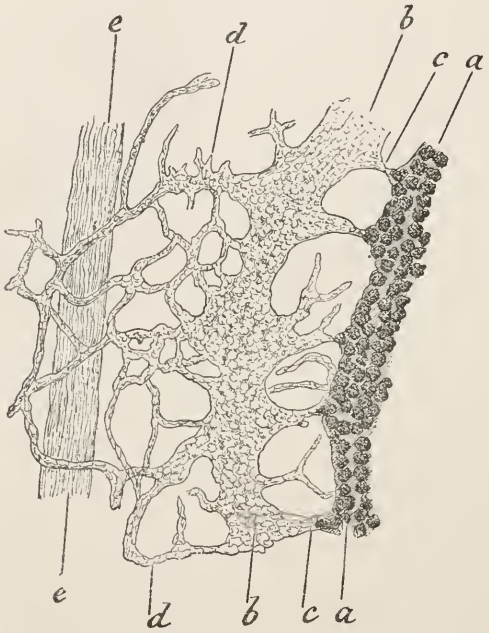
Die Anordnung der gastro-vasculären Canäle ist im Grunde sehr einfach. Auf einem Querschnitte des Stiels sieht man, dass die durchschnittenen Canäle ein Lumen von mehreren Millimetern besitzen, von einander durch dünne festhäutige Zwischenwände getrennt und nur durch wenige Quercanäle mit einander verbunden sind. Man sieht im Inneren dieser Canäle (*D*, Fig. 41) die acht unvollkommenen Scheidewände, wie häutige, gefaltete Vorsprünge mit freiem, dickerem Rande. Auf einem Längsschnitte sieht man ausserdem, dass die Wände des Canals quer gefältelt sind, so dass man schon mit naktem Auge quere, an einander gedrängte Linien erblickt, welche abwechselnd schattige und helle Streifen bilden. Wenn die Schnitte in den Verzweigungen des polypentragenden Stammes gemacht sind, so zeigen sich die freien Ränder der Scheidewände dicker, wie angeschwollen und krausig gefaltet; sie gehen ohne Unterbrechung in die Mesenterialfalten und Fransen über.

In den sprossenden Zweigen des Polypenstammes (Fig. 43, 45, 46, 47, 48) sieht man oft auf Querschnitten viel kleinere Canallöcher, deren Wände von einem dichtgedrängten Epithelium bekleidet sind, in welchem die grosse Zahl von Kernen und Körnchen eine grosse innere Thätigkeit bekundet. Wir nennen diese Canäle die Nährcanäle. Manchmal füllt diese ursprünglich zellige, flockenartige Masse des Epithels den ganzen Canal vollständig aus. Auf Längsschnitten kann man sich überzeugen, dass diese kleinen Canäle an ihrem peripherischen

Ende blindgeschlossen sind, während sie anderseits mit den von den Kammern der Polypen ausgehenden Canälen in Verbindung stehen.

Untersucht man entkalkte Schnitte genauer mit stärkeren Vergrösserungen, so gewahrt man in der Masse des Coenenchms ein Netzsystem,

Fig. 45.

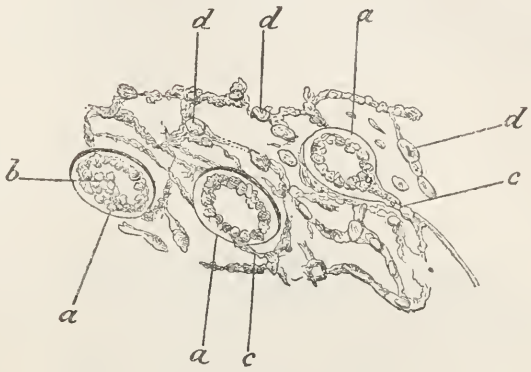


Ein Theil der Fig. 43, der Nähe der Knospe B^2 entnommen, unter starker Vergrösserung. *a* Bildungszellen der Knospe, stark mit Körnchen beladen; *b* Sammelcanal; *c* Verbindungen dieses Canals mit der Knospe; *d* Capillarnetz der Nährcanäle; *e* Bündel von Muskelfasern.

welches bei schwächeren Vergrösserungen den Anblick eines maschigen Gefässnetzes gewährt, das von bedeutenderen Stämmen ausgeht, welche wir die Sammelcanäle (*mm*, Fig. 43; *b*, Fig. 45) nennen und schliesslich sich in ein grobes Maschennetz auflöst, das den Capillarnetzen auf dem Bluthofe eines Embryos ähnlich sieht (*d*, Fig. 45). Mit stärkerer Vergrösserung (Fig. 46) scheint dieses Netz aus Zügen von gewöhnlich ovalen Zellen mit Körnchen und Kernen zu bestehen, welche wie Rosenkränze an einander gereiht sind, und oft dünnere sternförmige Verzweigungen zeigen. In den dicken Sammelcanälen, welche in einiger Entfernung die gastro-vasculären Canäle, die Knospen und die Polypen umgeben, häufen sich diese Zellen (*a*, Fig. 45) dermaassen, dass sie nur noch verwirrte Massen bilden; in den gefässartigen Maschennetzen sind

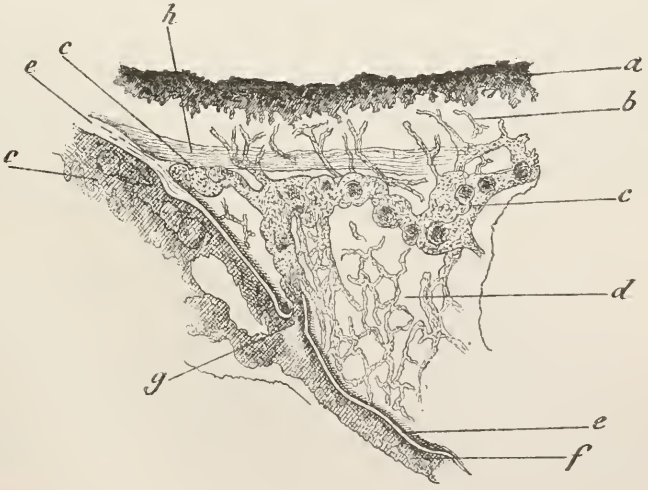
sie vereinzelter, und man glaubt dann oft an ihnen Wände zu sehen, welche aber nur die Umrisslinien der Höhlungen des Coenenchyms

Fig. 46.



Querschnitt sprossender Nähreanäle; *a a a* in der Knospung begriffene Canäle, welche das sie auskleidende Epithelium *e* und das centrale Lumen zeigen; *c c* Verbindungen mit feineren Canälen; *d* Querschnitte von feinen Canälen.

Fig. 47.

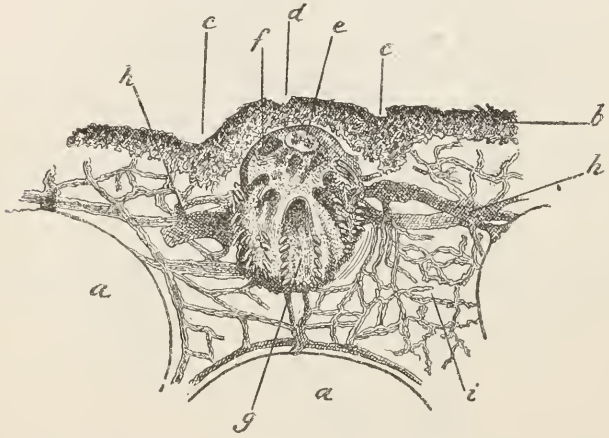


Längsschnitt, der einen sprossenden Canal enthält; *a* peripherische Kruste des Stockes; *b* Nährcanäle der Peripherie des Coenenchyms; *c* sprossender Sammelcanal mit Anschwellungen; *d* capillare Netze, welche mit diesem Canale in Verbindung stehen; *e* Kammerwand eines benachbarten Polypen; *f* Epithelium des Endoderms dieses Polypen; *g* Verbindung des Epitheliums mit dem sprossenden Canal; *h* Muskelbündel.

sind, in welchen die Zellen stecken (*d*, Fig. 46). Diese Zellen und die Körnchen, die sie füllen, färben sich weit stärker als die Masse des Coenenchyms.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese in den Nährcanälen enthaltenen Zellen directe Erzeugnisse oder vielmehr Fortsetzungen des Endoderms sind, welches die gastro-vasculären Canäle auskleidet und die Knospen bildet. Man kann (*c*, Fig. 46) die directe Fortsetzung

Fig. 48.



Durchschnitt einer vorgerückten Knospe: *a a a* Umrisse von drei Kammern benachbarter Polypen; *b* Kruste des Polypenstockes; *c* Vertiefung, welche die Ränder der warzenförmigen Erhöhung umschreibt, auf welcher der zukünftige Polyp durchbricht; *d* beginnende Einstülpung der äusseren Oeffnung; *e* Mund der Knospe; *f* Fühler, in der Bildung begriffen; *g* Wülste der Halskrause mit noch rudimentären Spiesschen; *h* Sammelcanäle, welche in Verbindung mit der Knospe stehen; *i* Capillarnetz von Nährcanälen im Coenenchym.

des Epitheliums, welches einen Knospencanal auskleidet, in eine solche Zellenmasse sehen (Fig. 45 *c*, wo wir unter starker Vergrösserung einen Theil der Umgebung der Knospe (B^2, Fig. 41) mit den zahlreichen Berührungspunkten zwischen den Zweigen des Netzes und den mit Körnchen dicht gefüllten Zellen, der Bauchwand der Knospe, abgebildet haben). Die gleichen Fortsetzungen gewahrt man auf Längsschnitten der gastro-vasculären Canäle (*g*, Fig. 47), wo die Nährcanäle mit ihren Zellen sich von den Einfaltungen der Mesenterialfalten her in die Masse des Coenenchyms fortsetzen.

Das Coenenchym ist also bis an den Rand von diesen Nährcanälen durchsetzt, welche mit Zellenzügen des Endoderms gefüllt sind, die ohne Zweifel mit dem Austausch der Stoffe und der Ernährung beauftragt sind. Diese Zellenzüge gehen bis zu der äusseren Kruste des Polypen-

stockes heran, wo sie blind zu enden scheinen. Man sieht oft Verzweigungen mit zugespitzten Enden, welche das Netz nicht erreichen; aber da die Canäle sich nach allen Richtungen hin verzweigen, kann man im Zweifel sein, ob diese Enden nicht schief durchschnittene Canäle sind. Diese Nährungscanäle bringen alle Polypen und alle Sprossen mit einander und mit der ganzen Masse des Coenenchyms in Verbindung. Wir kommen auf dieselben zurück, wenn wir von der Knospung sprechen.

Man trifft zweitens im Coenenchym Bündel von Muskelfasern (*p*, Fig. 43; *e*, Fig. 45). Es sind sehr feine, glatte, etwas wellige, wenig angedeutete Fasern, deren Bündel überhaupt parallel der Axe des Polypenstockes angeordnet scheinen und die sich meistens in der Nähe der äusseren Rinde des letzteren finden. Auf gelungenen Schnitten sieht man strahlende Bündel dieser Fasern, welche vom Coenenchym aus gegen die Basis des Polypen hin verlaufen, indem sie sich um die von der Hülle des Kragens gebildete Falte herumbiegen (Fig. 42, *l*).

Schliesslich wird der letzte im Coenenchym sowie in den Polypen sich vorfindende Bestandtheil von den Kalkspiesschen gebildet. In der Halskrause der Polypen sieht man die bedeutendsten Spiesschen (Fig. 49), welche, wie wir oben sagten, auf den Wülsten in Winkeln gegen einander geneigt, am Grunde der Halskrause dagegen quer gelagert sind. Diese Spiesschen sind sehr stark und lang, etwas gekrümmt, und enden auf beiden Seiten mit wurzelähnlichen Verlängerungen. Sie sind mit warzenförmig abgerundeten Unebenheiten ganz bedeckt und roth oder gelb gefärbt. Die im Innern des Coenenchyms sich befindenden Spiesse sind auch mit Warzen bedeckt, aber sie sind meist farblos, schlanker und enden mit abgestumpften Spitzen auf beiden Seiten. Endlich bilden in der Peripherie der Polypenstöcke zerbrochene Spiesschen und andere mineralisirte Elemente in Form unregelmässiger Sterne oder krystallinischer Körperchen ohne bestimmte Gestalt eine mehr oder minder dicke Kruste (Fig. 50), welche durch

Fig. 50.

Fig. 49.

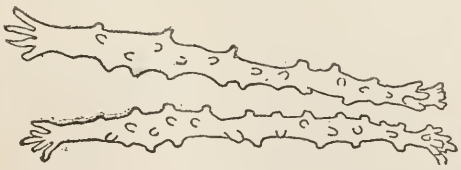


Fig. 49. Warzige Spiesschen von bedeutender Grösse in den Wülsten der Halskrause der Polypen.

Fig. 50. Peripherische Kruste des Polypenstockes unter starker Vergrösserung mit zerbrochenen, gesternten und krystalloïden Spiesschen.

organische Substanz zusammengeklebt ist, die vermittelst Carmins sich ziemlich lebhaft färbt, aber keine ausgebildeten Formbestandtheile sehen lässt. Ausser in der Halskrause der Polypen sind die Spiessehen im Coenenchym ohne Ordnung zerstreut, aber gegen die Peripherie hin mehr aufgehäuft und in den Theilen des Coenenchyms seltener, welche die Canäle trennen.

Es erübrigt uns noch, von den Fortpflanzungsweisen zu sprechen, insofern man sie in den Polypenstöcken beobachten kann: von der Bildung der Geschlechtsproducte und von der Erzeugung der Knospen.

Wir haben schon gesagt, dass die Zoospermzellen sowie die Eier sich im Epithelium entwickeln, welches die Mesenterialfalten bedeckt. Man sieht (Fig. 51) dieses Epithelium anschwellen, warzenförmige, rundliche Haufen bilden und sich dergestalt verdichten, dass man nur noch dunkle Körner und Kernmassen erblickt und die Zellengrenzen nicht mehr unterscheiden kann. In einem jeden solcher Haufen erscheint nun eine grössere hellere Zelle mit hellem Kern, um welchen herum einige rundliche Körperchen mit sehr deutlichen Umrissen geordnet sind. Diese Zellen werden grösser, während die Körperchen sich bedeutend vermehren, und bald sieht man dicke Zellen mit helleren Centren, deren Peripherie wegen der grossen Zahl der Körperchen, welche augenscheinlich die Köpfe der Zoospermen sind (Fig. 52) und

Fig. 51.

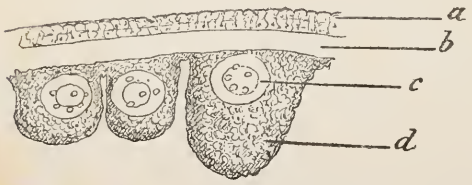


Fig. 52.

Fig. 51. Portion einer der Länge nach durchschnittenen Mesenterialfalte. Sechshundertfache Vergrösserung. *a* Unverändertes Epithelium; *b* Stützlamelle (Mesoderm); *c* Samenzelle inmitten einer Aufwulstung von epithelialen modificirten Zellen *d*.

Fig. 52. Reife Samenzellen, Vergrösserung 300 Durchm.

wegen eines Ueberzuges von epithelialen Wimperzellen dunkel erscheint. Wir haben die Befreiung der Zoospermen nicht weiter verfolgen können; dieselben treten wohl durch den Bruch der Zellenwand in die gastrovasculären Canäle um so leichter über, als das Epithelium, welches sie umgab, bis auf den einschichtigen Ueberzug von Wimperzellen, den wir erwähnten, vollständig resorbirt ist.

Die Eier (Fig. 41, *C*) sind einer ähnlichen Entwicklung unterworfen. Die ursprünglichen Eizellen haben das gleiche Aussehen und die gleiche Anordnung wie die Samenzellen, aber später wird der Dotter

undurchsichtig und verdeckt auf diese Weise den Kern und das darin enthaltene runde Kernkörperchen fast vollständig, während die Zellenwand sich gleichzeitig verdickt und eine wahre Eischale bildet, in welcher wir sogar mineralisirte Körnchen zu sehen glauben (Fig. 41).

Wir haben schon gesagt, dass durch die Entwicklung der Zeugungsstoffe sich in dem Coenenchym zu ihrer Aufnahme Seitenhöhlungen bilden. Die Eier bleiben noch ziemlich lang an einem Stiel befestigt, der eine Fortsetzung des Coenenchyms ist und sich direct in die Eischale fortsetzt; wir haben manchmal zu sehen geglaubt, dass am Insertionspunkte dieses Stieles auf der Eischale sich ein klarer Raum befindet, welcher vielleicht ein Micropyle für den Eintritt der Zoospermen bildet. Kern und Kernkörperchen (Keimbläschen und Keimfleck) liegen stets in der Nähe dieses Insertionspunktes.

Die Knospenbildung geschieht nicht unmittelbar durch die Polypen, sondern mittelbar durch die Nährcanäle.

In denjenigen Theilen des Polypenstockes, wo keine Knospenbildung stattfindet, sieht man die Canäle in der Art, wie wir sie unter einer kleinen Vergrösserung in Fig. 43 und unter einer stärkeren Vergrösserung in Fig. 45 dargestellt haben. Sie bilden grössere Sammelcanäle, welche sowohl die Kammern des Polypen umgeben und mit einander in Verbindung setzen, als auch die dünneren Canäle der Netze, welche keine sehr scharf angedeutete Umrisse haben, sammeln. Aber in den knospenden Theilen der Zweige bemerkt man auf Querschnitten (Fig. 46, *a*) scharf umrissene Hohlräume, in welchen die Zellen sich oft dermaassen vermehren, dass sie den Raum gänzlich füllen. Auf Längsschnitten (Fig. 47, *c*) sieht man knotige Sammelcanäle stellenweise geschwollen, so dass sie Rosenkränzen ähnlich sehen, und Erweiterungen mit Zellen angefüllt, die in lebhafter Vermehrung begriffen sind. Es hält nicht schwer zu bestätigen, dass diese knotigen Canäle in directer Verbindung mit dem endodermischen Epithelium der Kammer und der Mesenterialfalten der Polypen stehen und dass sie direct oder durch die Vermittelung dünnerer Nährcanäle die Kammern aller benachbarten Polypen unter einander verbinden (*a*, Fig. 48). In diesen Erweiterungen der dickeren Nährcanäle, welche sich im Coenenchym in einiger Entfernung von der Peripherie finden, bilden sich die Knospen durch Differenzirung der Zellenmassen, welche die Erweiterungen füllen. Die Masse vermehrt sich und die Erweiterung wird eine runde Kammer, welche einfach im Coenenchym ausgehöhlt ist. Allmählich sieht man die strahligen Theile, den Mund, die Mesenterialscheidewände angedeutet und in dem Maasse, wie diese Differenzirung sich ausspricht, rückt die Knospe nach der Peripherie vor (Fig. 43, B^1 und B^2). Man sieht in Fig. 48 die Knospe in ihrer noch geschlossenen Kammer mit den Wülsten der Halskrause, welche durch die noch sehr kurzen in Bildung begriffenen Spiesschen angedeutet sind, mit dem die Mund-

öffnung anzeigenden Raume und mit den herumliegenden Zellenanhäufungen, welche die eingeschlageuen Fühler werden. Diese Knospe ist durch zwei stark mit Zellen gefüllte Nährungscanäle mit zwei seitwärts befindlichen Polypenkammern und durch dünnere Canäle mit einer dritten Kammer verbunden. Endlich sieht man an der Peripherie inmitten einer Warze eine Vertiefung entstehen, welche durch allmähliche Einstülpung nach innen eine Falte des Coenenchyms hervorgehen lässt, welche in den ausgebildeten Polypen die Scheide der Halskrause und des Kragens bildet.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Knospen sich aus dem gemeinsam von der Gesammtheit der Nährungscanäle zusammengesetzten Behälter bilden, dass sie nicht von einem einzigen Polypen erzeugt werden und dass alle Organe des Polypen, die Scheide der ausstreckbaren Theile ausgenommen, sich auf Kosten der Zellen des endodermalen Epitheliums differenziren, welches die gastro-vasculären Nährungscanäle auskleidet.

Die Polypen der Anthozoen sind in der Regel insofern homomorph, als nur eine einzige Art von Individuen sich auf einem Stock befindet. Die Pennatuliden und einige Alcyoniden allein bieten dimorphe Individuen, geschlechtliche, die mit Fühlern und acht Mesenterialfalten versehen sind, und ausserdem von Kölliker Zooiden genannte Individuen, die weder Geschlechtsorgane noch Fühler und nur zwei einander entgegengesetzte Mesenterialfalten besitzen. Die ursprüngliche Symmetrie aller Anthozoen erhält sich bei diesen Zooiden durch das ganze Leben. Die Organisation der Polypen ist wesentlich dieselbe bei allen Octactiniern, jedoch wird bei vielen die Scheide des Kragens steifer, so dass sie sich nicht mehr in ihre Kammern zurückziehen können. Die Mesenterialfalten sind verschieden entwickelt; bei vielen unter ihnen bilden sich freie Verlängerungen derselben, sogenannte Mesenterialfilamente. Die Zwischenwände der Octactinier sind niemals verkalkt und meistens unvollständig, insofern sie nur Vorsprünge gegen den Hohlraum der gastro-vasculären Canäle bilden, ohne in dem Centrum zusammenzustossen. Die Beziehungen dieser Canäle zu den Polypen und ihren Kammern variiren sehr. Bei den einen bilden die Canäle wie bei unserer typischen Art directe Fortsetzungen der Kammern, so dass die Mesenterialfalten sich auch in das Lumen der Canäle fortsetzen, bei den anderen sind die Kammern mehr geschlossen und verkehren mit dem Coenenchym nur durch Nährcanäle, in welchen man keine Spur von Mesenterialfalten mehr findet. Die Nährcanäle variiren auch sehr in ihrem Verhalten. In der rothen Edelkoralle (*Corallium rubrum*) wie überhaupt bei Gorgoniden und Isideen umgeben die Sammelcanäle der Länge nach an einander gedrängt die Axe des Skelets; bei den Pennatuliden sind diese Sammelcanäle in sehr geringer Zahl vorhanden und laufen parallel mit der Axe. Es giebt nur wenige Gattungen von Octactiniern, welche vereinzelt bleiben (*Haimea*); bei allen anderen geht aller Wahrscheinlichkeit nach die Knospenbildung, welche die Organisation der Kolonie bedingt, von den Nahrungscanälen und niemals direct von den Polypen aus. In der Regel sind alle einen Stock bildenden Individuen gleichen Geschlechts; doch hat man bei der Edelkoralle (Lacaze-Duthiers) Stöcke, welche aus Individuen verschiedenen Geschlechtes bestehen und selbst in sehr seltenen Fällen hermaphroditische Individuen

gefunden. Die Octactinier sind vivipar; die Eier werden von den durch die männlichen Stöcke in das Meer gelassenen Zoospermen befruchtet, indem sie mit dem Wasser in die gastro-vasculären Canäle der weiblichen Stöcke und dort in Berührung mit den Eiern kommen. Die aus den Eiern hervorgegangenen Embryonen sind Planulen mit Wimperbedeckung, welche durch den Mund der Polypen ausgestossen werden und eine Zeitlang frei im Meere herumschwimmen, ehe sie sich, um Polypen zu werden, festsetzen.

Die Skeletbildungen fehlen bei den Octactinianern niemals, aber sie können in verschiedener Weise gestaltet sein. Bei einigen (*Virgularia*, *Cornularia*) findet man nur Verhärtungen des Coenenchyms, welche ein horniges Aussehen annehmen, und dieses hornige Skelet kann entweder ein Büchschen, eine Theca bilden, welches die Wurzelstöcke und die Polypen in Form von Kelchen (*Cornularia*) umhüllt, also rein peripherisch ist, oder es kann eine mehr oder minder solide und centrale Axe gebildet werden, die vom weicheren Coenenchym wie von einer Rinde umhüllt ist, in welcher die Polypen sitzen. Diese in den meisten Fällen aus concentrischen Schichten bestehenden axialen Skeletbildungen führen zu denjenigen der Gorgoniden, wo die Axe hornig bleibt, während das Coenenchym mit Kalkspiesschen beladen ist, und zu den Isideen und der Edelkoralle, wo die Axe kalkig wird, entweder nur stellenweise oder auf ihrer ganzen Länge. Bei der Edelkoralle ersetzt die fast homogen gewordene Kalkmasse schliesslich fast gänzlich die hornige Grundsubstanz. Bei allen anderen finden wir im Coenenchym Kalkspiesschen von sehr verschiedenen Formen, cylindrische, warzige, gesternte u. s. w., welche bald mehr zerstreut sind, bald durch das verhärtete Coenenchym zusammengelöthet werden. Diese Spiesschen können sich auch mehr oder minder auf die Gewebe des Polypen ausdehnen. Je mehr die Spiesschen sich in dem Coenenchym anhäufen, desto härter wird letzteres und je nachdem sie sich in den verschiedenen Theilen der Stöcke verschmelzen, werden Axen (*Corallium*), neben einander liegende Röhren (*Tubipora*) oder steinige Massen mit pseudokrystallinischer Gestaltung (*Heliopora*) gebildet.

Bei den *Hexactiaiern*, mit Ausnahme der *Malacodermen*, gelangen die Skeletbildungen zu grösserer Wichtigkeit durch den Umstand, dass ursprüngliche Krystallisationen, welche sich im Mesoderm bilden, steinige Massen mit krystallinischem Bau erzeugen; diese Bildung lässt sich schon bei den *Tubiporiden* bemerken, wo die Wände der Röhren sowie die Querwände aus krystallinischen zusammengefügten Stücken bestehen. Bei allen *Madreporiden* entstehen die Skelettheile nicht durch die Verschmelzung ursprünglich isolirter Spiesschen, sondern sind von ihrem ersten Erscheinen an von solchen krystallinischen Stücken gebildet, in deren Anordnung man zwei Hauptrichtungen unterscheidet: strahlige Anlagen, welche Figuren wie Federn oder Federbüsche bilden, und zweitens unregelmässige Anlagen ohne bestimmte Ordnung. Um die Anordnung näher zu untersuchen, muss man Schnitte anfertigen, die in ähnlicher Weise wie Dünnschliffe von Mineralien abgenutzt und geschliffen werden. Wenn die trockene, in dünne Stücke zersägte Koralle beim Dünnschleifen zu zerbröckeln droht, so kann man sie eine Zeitlang in geschmolzenes Paraffin tauchen, das man nachher, nach Vollendung des Schliffes, durch irgend ein auflösendes Mittel entfernen kann.

Eine andere bedeutende Verwicklung entsteht aus der Verkalkung fast aller Theile, welche entweder die Polypen oder den Stock in seiner Gesammtheit bilden. In den äussersten Fällen sind es nur die rückziehbaren Fühler mit den ihrer Grundlage näheren Theilen, welche von der Verkalkung nicht ergriffen werden, alles Uebrige, Scheidewände mit den Mesenterialfalten, Coenenchym, Rinde werden mehr oder minder versteinert. Aus diesen Verkalkungen entstehen die verschiedenen von den Zoologen unterschiedenen

Theile der Korallen, die poröse oder solide Mauer oder äussere Hülle, die Scheidewände oder Strahlen, welche sich oft im Centrum der Kammern der Polypen, in Pfählchen, d. h. senkrechten von einander getrennten Stäben oder in einer centralen, gewöhnlich porösen Columella vereinigen. Die verschiedenen Abänderungen dieser Theile, zu welchen sich zuweilen noch horizontale Böden oder Dissepimente gesellen, haben eine bedeutende Wichtigkeit für die beschreibende Zoologie. Wir haben nur beizufügen, dass alle diese Theile sich im Mesoderm bilden und dass es nicht zwei verschiedene Weisen für ihre Bildung giebt, wie man bis in die neuere Zeit geglaubt hat.

Die Untersuchung der *Hextactinier* mit Skelet ist sehr schwierig. Um einige Resultate zu erlangen, muss man die Beobachtungen an Theilen, die von lebenden Polypenstöcken im Augenblicke ihrer grössten Ausdehnung abgeschnitten wurden, wie z. B. Fühler, mit denjenigen, welche an entkalkten, dann gehärteten und in Schnitte zerlegten Polypenstöcken gemacht wurden, sowie endlich mit Untersuchungen von Dünnschliffen des von den organischen Theilen befreiten und nachher getrockneten Polypenstockes combiniren. Man kann auch diese beiden Methoden vereinigen (v. Koch), indem man Dünnschliffe von gehärteten und in Paraffin eingeschlossenen Polypenstöcken anfertigt, welche man nur oberflächlich mit verdünnten Säuren anätzt. Aber um genügende Resultate über die weichen Theile zu erlangen, wird man sich an die *Malacodermen* und in erster Linie an die Actinien wenden müssen, welche an allen Küsten und in allen Seeaquarien so häufig sind.

Hier bieten sich nun Schwierigkeiten anderer Art. Die *Actinien* ziehen sich so sehr zusammen, und ihre äusseren und inneren Theile kleben so innig durch häufige Schleimabsonderungen im Augenblicke des Todes zusammen, dass Alles unkenntlich wird. Wir verweisen bezüglich der zu ergreifenden Vorsichtsmaassregeln und der Untersuchungsmethoden auf das ausgezeichnete Werk der Brüder Hertwig (Jenaer Zeitschrift Bd. 13 und 14), indem wir nur die Hauptzüge dieser Methoden hier angeben. Um die Actinien im ausgestreckten Zustande zu tödten, bläst man Tabaksrauch in ein die Actinie enthaltendes und mit Seewasser gefülltes Glas, welches in ein anderes ebenfalls Seewasser enthaltendes Gefäss umgestülpt ist, und fährt damit so lange fort, bis die Actinie beim Kneifen der Fühler nicht mehr reagirt. Man öffnet sie dann, um die fixirenden oder dissocirenden Reagentien, die man gebrauchen will, in das Innere einzuspritzen und taucht hierauf den ganzen Körper in die Flüssigkeit ein. Als dissocirendes Mittel gebraucht man eine Mischung von Essigsäure zu 0,2 Proc. und Osmiumsäure zu 0,04 Proc. mit vielem Seewasser. Man lässt die Theile während 3 bis 10 Minuten darin und wäscht sie dann gehörig mehrere Stunden lang mit reiner Essigsäure zu 0,2 Proc. aus. Man zerzupft mit Nadeln und fährt mit der Zerzupfung unter dem Mikroskop fort, indem man leicht mit einem Stäbchen auf das Deckgläschen klopft, unter welches man ein Haar gelegt hat, um eine zu starke Pression zu vermeiden. Man färbt, sei es vor, sei es nach dieser Operation, mit Pikrocarminat oder Beale's Carmin und bewahrt die Präparate in mit einer gleichen Menge Wasser vermengtem Glycerin auf, dem man einige Tropfen concentrirter Carbolsäure beifügt, um das Verschimmeln zu verhüten. Um feine Schnitte anzufertigen, härtet man in Alkohol oder Osmiumsäure zu 0,5 Proc. und färbt mit Pikrocarminat oder auch mit Grenacher's Carmin. Aber um zu schneiden, muss man die Objecte in einer Mischung von Glycerin und Gummi einschliessen. Solche Stoffe, wie Paraffin etc., welche erst durch Hitze flüssig werden, können zu diesem Zwecke nicht gebraucht werden.

Da die Actinien, mit Ausnahme weniger Gattungen, keine colonialen

Formen bieten, so kann auch von gastro-vasculären oder Nährungscanälen nicht die Rede sein. Der Körper stellt sich als ein doppelter, durch Einstülpung des Mundrohres gebildeter Sack dar und letzteres ist in seinerLage durch die zahlreichen Scheidewände erhalten. Die Scheidewände erster Ordnung sind stets vollständig und verbinden das Mundrohr mit dem äusseren Sacke, während die secundären Scheidewände oft unvollkommen sind, aber in diesem Falle stets von der Peripherie ausgehen, ohne das Mundrohr zu erreichen. Die Scheidewände, welche sich mit letzterem verbinden, sind stets von wenigstens einer Queröffnung durchbohrt, oft von zweien, welche auf diese Weise die zwischen den Zwischenwänden abgegrenzten Räume zusammen verkehren lassen. Da der äussere Sack nicht von einem Skelet gestützt wird, ist er sehr dick und muskulös; man unterscheidet an ihm die peripherische Wand, die Mauer genannt, und oft eine verdichtete Fussscheibe. Der Sack ist nach innen eingebogen, um die Mundscheibe zu bilden, in welcher Muskeln und Nerven ihre bedeutendste Entwicklung zeigen, und auf deren pheripherischem Rande die stets hohlen Fühler sitzen, welche verschiedene Formen haben und oft in concentrischen, stets mit einander abwechselnden Kreisen angelegt sind. Der im Centrum der Scheibe angelegte Mund zeigt sich stets mehr oder minder in Gestalt einer ovalen Spalte. Das Mundrohr endet in der Nähe der Fussscheibe mit einem freien Rande. Die bei den Larven symmetrisch angelegten Scheidewände nehmen oft sehr an Zahl zu: sie tragen die Zeugungsorgane, die Mesenterialfalten und in einigen Gattungen (*Sagartia*, *Adamsia*) die sogenannten Acontien, lange, mit zahlreichen Nesselzellen versehene Fäden, welche von den freien Rändern der Scheidewände ausgehen, und durch im Mauerblatte angebrachte Oeffnungen, welche man Cincliden genannt hat, hinausgeschnellt werden können. Diese Acontien dienen als Vertheidigungswaffen.

Das Ectoderm und das Endoderm bieten durchaus die gleichen Bestandtheile wie bei den anderen Anthozoen. Man findet in beiden Wimper-, Nessel- und Drüsenzellen; man findet ausserdem im Ectoderm und besonders auf den Fühlern und der Mundscheibe fadenförmige sensitive Zellen mit sehr feinem, äusserem Haare, welche durch sehr zarte Nervenfädchen sich bis zu einer Schichte von im Grunde des Epitheliums gelegenen Nervenzellen fortsetzen. Feine Fasern und Zellen nervöser Bildung sind überall vertheilt, letztere sind vorzüglich multipolar; man findet sie besonders in den Fühlern und der Mundscheibe entwickelt. An dem Mesoderm sind dem Ectoderm sowie dem Endodermangehörige, dünne Muskelausbreitungen angelagert; besondere Bündel bilden die Muskelfasern der Scheidewände, welche bei einigen Actinien auf verschiedene Weise orientirt sind. Die Zeugungsorgane bieten keine besonderen, von den Gestaltungen, die sich bei den Octactiniern vorfinden, abweichenden Eigenthümlichkeiten.

Literatur. Milne-Edwards et J. Haime, Recherches sur les Polypiers, Annal. Scienc. nat. 1842 bis 1852. — Id., Histoire naturelle des Coralliaires, 3 Vol., Paris 1857 bis 1860. — De Lacaze-Duthiers, Histoire naturelle du Corail, Paris 1864. — Id., Mémoire sur les Antipathaires, Ann. Scienc. nat 1864. — Id., Ibid. 1865. — Id., Développement des Coralliaires Arch. Zool. experim. Tome I et II, 1872 bis 1875. — Kölliker, Icones histol. Vol. II, Leipzig 1865. — Id., Die Pennatuliden. Abhandlung. Senkenberg. Gesellsch. Frankfurt. Bd. VII und VIII, 1872. — Semper, Generationswechsel bei Steinkorallen. Zeitschrift wissensch. Zool. Bd. XXII, 1872. — A. von Heider, Sagartia troglodytes. Sitzungsb. Academ. Wien 1877. — Id., Cerianthus membranaceus. Ibid. 1879. — J. D. Dana, Corals and Coral Islands. New-York 1879. — O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jenaer

Zeitschr. für Naturwiss. Bd. 13 und 14, 1879 bis 1880. — G. von Koch, Anatomie der Orgelkoralle. Jena 1874. — Id., Verschiedene Abhandlungen über: Isis napolitana, Gorgonia, Skelet der Alcyonarien, Korallen etc. in Gegenbaur, Morphol. Jahrbuch. Bd. 4 bis 8, 1878 bis 1882.

Classe der Hydromedusen (*Hydromedusa*).

Coelenteraten mit in der Körpersubstanz ausgehöhltem Mundrohre, das nur vom Endoderm bekleidet ist und keine freien Wände besitzt. Zwei verschiedene Grundformen kommen vor: die polypoïde, welche gewöhnlich festsitzt, und die medusoïde, welche in ihrer definitiven Ausbildung frei wird.

In den meisten Fällen gehen die beiden angegebenen Formen aus einander hervor und vervollständigen auf diese Weise den Cyclus einer und derselben Art durch Generationswechsel. Aber diese Regel bietet Ausnahmen; wir kennen in der That einerseits Arten, welche ganz auf eine einzige polypoïde Form beschränkt sind, wie die Gattung *Hydra* des süssen Wassers, während *Pelagia* anderseits nur in Medusenform vorkommt. Wenn die Polypen grösstentheils auf dem Boden festgewachsen sind, so kennen wir doch einerseits auch die schwimmenden Kolonien der *Siphonophoren*, die grösstentheils aus Polypen bestehen, und wiederum trennen andererseits eine Menge medusoïder Knospen sich niemals vom Polypen, welcher sie erzeugt hat, während die vollkommenen Medusen frei im Meere herumschwimmen. Die Polypen bilden, mit wenig Ausnahmen, Kolonien, aber diese Kolonien sind in den meisten Fällen polymorph und bestehen aus wenigstens zwei, durch Gestaltung und Function verschiedenen Formen von Individuen. In gewissen Fällen wird dieser Polymorphismus so weit getrieben, dass fast alle Functionen, welche einem Organismus zukommen können, auf specialisirte Individuen vertheilt sind. Die Medusen im Gegentheil bleiben stets vereinzelt als Individuen und in den Fällen, wo sie Knospen treiben, trennen sich diese Knospen vollständig in der Zeit ihrer Reife und bleiben niemals mit dem mütterlichen Individuum in kolonialer Verbindung.

Wenn die medusoïde Form unstreitig in morphologischer Hinsicht die vollkommenste ist und eine höhere Organisation bietet, so folgt daraus nicht, dass die polypoïde, hinsichtlich der Organe und der Gewebe sehr untergeordnete Form die Urform sei, aus welcher sich die Medusenform durch fortschreitende Ausbildung entwickelt hätte. Die festsitzenden Formen sind stets im ganzen Thierreiche secundäre, aus freien und schwimmenden Typen hervorgegangene Formen. Wir finden bei allen sessilen Thieren jugendliche Larvenformen, welche sich frei bewegen. Die Anpassung an das festsitzende Leben geschieht stets

durch die Verringerung gewisser Organe und durch die mehr oder minder bedeutende Rückbildung des ganzen Organismus. Wenn wir diesen Grundsatz auf die Classe der Hydromedusen anwenden, so müssen wir anerkennen, dass die Meduse die Urform sei, aus welcher sich durch Rückbildung die polypoïde Form entwickelt hat. Die Pelagien und die ihnen nahe stehenden Medusen haben die ursprüngliche Generationsform beibehalten, bei welcher die Meduse unmittelbar Medusen erzeugt; bei den anderen haben sich polypoïde Formen im Laufe der Ausbildung der Art eingeschaltet.

Die gegenwärtig geltende Classification, deren zoologischen Werth wir nicht verringern wollen, kann uns für die anatomische Untersuchung nicht maassgebend sein. Die drei angenommenen Ordnungen: die Hydrarpolypen, welche craspedote Medusen erzeugen, die Siphonophoren und die acraspeden Medusen bieten stets die beiden Grundformen der Medusen und Polypen, freilich in verschiedenen Graden entwickelt und mit einander verkettet dar; die beiden Endglieder sind durch eine Reihe von Zwischenformen mit einander verbunden, die mannigfache Uebergänge bilden. Wir studiren die beiden Grundformen Meduse und Polyp anatomisch jede für sich, indem wir uns vorbehalten, die Zwischenformen ihren wesentlichen Grundzügen nach in den Noten am Schlusse zu charakterisiren.

Medusoïde Form.

Typus: *Aurelia aurita. L.*

Cosmopolite Form. Sehr gemeine Art in der Ostsee, der Nordsee, im Canal, im Ocean und in einigen Orten am Mittelmeer, wie Cette und Triest.

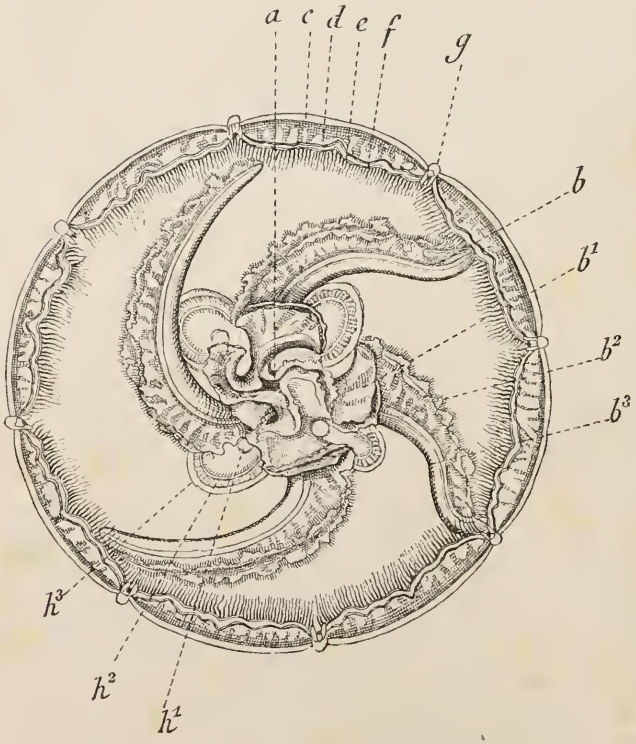
Der eher flache, nur bei der Zusammenziehung gewölbte Schirm erreicht bis 2 dem Durchmesser. Herrschende Zahl = 4. Ränder des Schirmes mit einem ausgezackten Velarium, lanzettförmigen Schutzblättchen und sehr zahlreichen Fühlern besetzt. Vier einfache Arme. Centraler kreuzförmiger Mund an der unteren Körperseite zwischen den Pfeilern der Arme. Genitalrosette aus vier zuerst hufeisenförmigen, später fast kreisförmigen Bändern bestehend.

Präparation. Da das Thier ganz durchsichtig ist und nur eine leichte, diffuse, röthlichviolette Färbung besonders an den Fühlern und den Genitalrosetten zeigt, so kann man junge Thiere unmittelbar unter dem Vergrösserungsglase beobachten, während die grossen Exemplare lebendig unter dem Wasser zerschnitten werden. Die Kleinenberg'sche Pikrinschwefelsäure ist für die Untersuchung sehr nützlich. Einige Tropfen, welche der Flüssigkeit eine hellgelbliche Färbung verleihen,

tödten das Thier und ziehen die häutigen Ausbreitungen der Subumbrella und die Wände der Canäle ein wenig zusammen, so dass sie auf der ganz durchsichtigen Masse des Leibes viel sichtbarer werden. Sehr schwache Osmiumsäure leistet die gleichen Dienste, hat aber den Nachtheil, dass sie die Gewebe bald zu sehr schwärzt.

Um die Thiere so zu härten, dass man Schnitte machen kann, muss man die Methode der Brüder Hertwig anwenden, welche darin besteht, dass man die Thiere in Osmiumsäure zu 0,5 Proc. während 5 bis 15 Minuten, je nach ihrer Grösse, legt, sie sodann unmittelbar mit Pikrocarminat oder Beale's Carmin färbt und die Stücke nachher in verdünntem Spiritus härtet. Um die gehärteten Theile zu schneiden, bettet man sie in entsprechend ausgehöhlte Leberstücke ein

Fig. 53.



Erwachsene *Aurelia aurita* in halber Grösse. Um die Figur nicht zu überladen, sind die gastro-vasculären Strahlencanäle der Subumbrella weggelassen. *a* Mund; *b* Arme; b^1 Manschetten der Arme; b^2 gefranzte Ausbreitungen an den Armen; b^3 Armstiel; *c* Dicke der Umbrella; *d* eingebogenes *Velarium*; *e* Randcanal; *f* Tentakeln: *g* randständige Sinneskörperchen; h^1 äussere Oeffnung der Genitalhöhle; h^2 Genitalrosette; h^3 Rand der Genitalhöhle.

und kittet sie vermittelst Glyceringummi fest. Paraffin und andere durch Hitze flüssig werdende Massen können nicht zur Einbettung verwendet werden. Die fixirten Stücke werden in verdünnten Spiritus gelegt, um das Gummi zu härten. Für die Zerzupfung gebraucht man die früher angegebene Mischung von Osmium- und Essigsäure.

Man unterscheidet zwei grosse Hauptttheile des Körpers, den Schirm, welchen das Thier in gutem Gesundheitszustande stets so trägt, dass die Wölbung nach oben oder nach vorne gerichtet ist, und die Arme, welche im Centrum der hohlen Fläche des Schirmes angeheftet sind.

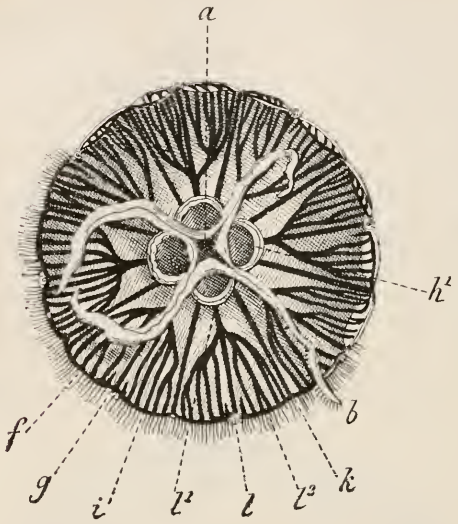
Der Schirm zeigt an seinem äusseren Rande und zwar auf der gewölbten oder aboralen Fläche acht durchsichtige Körperchen mit farbigem Centrum, welche kleine Vorsprünge bilden und mit acht gleichweitig abstehenden Strahlen in Verbindung stehen. Diesen Sinneskörperchen entsprechend ist der nach innen eingebogene, auf seinem Umkreise wellige und mit sehr zahlreichen Fühlern besetzte Schirmrand (Fig. 53) tief eingeschnitten und im Grunde dieser Einschnitte springen die mit durchsichtigen Kapuzen bedeckten Körperchen vor. Im Centrum der hohlen Fläche des Schirmes sind die vier sehr beweglichen Arme befestigt, welche bei mittlerer Ausdehnung kaum den Rand des Schirmes überragen und im Centrum ihrer Vereinigung eine kreuzförmige Oeffnung zeigen, den Mund, deren Ecken sich als Rinnen auf den Armen fortsetzen. Zwischen den Armen sieht man im Grunde des Schirmes vier ovale oder fast kreisförmige Räume, in welchen die umgebogenen und lebhaft roth gefärbten Genitalbänder durchscheinen. Die Gipfel dieser vier Höhlungen entsprechen vier sensitiven Randkörperchen, während die vier anderen den Mundwinkeln und den Enden der Arme entsprechen. Man bemerkt ausserdem auf der Fläche des Schirmes selbst die radiär verlaufenden gastro-vasculären Canäle (Fig. 54 a. f. S.). Um diese allgemeine Anlage der Theile zur Anschauung zu bringen, genügt es, die Meduse auf die gewölbte Fläche des Schirmes in ein Gefäss zu legen, das Wasser genug enthält, um sie gerade zu decken, aber nicht genug, dass sie sich umwenden könnte. Einige Tropfen von Osmium- oder Pikrinschwefelsäure genügen, um sie unmittelbar unbeweglich zu machen.

Der Schirm besteht in seiner Gesammtheit aus einer ganz durchsichtigen, ziemlich festen Substanz, in welcher man während des Lebens keine Formelemente nachweisen kann. Selbst unter den stärksten Vergrösserungen erscheint diese Substanz durchaus homogen; man sieht sie im Wasser, wie ein Stück Glas, nur wegen des etwas stärkeren Brechungsvermögens des Lichtes. Die Fasern oder vielmehr Streifenzüge, welche man in dieser Substanz nach dem Gebrauch von wasserabsorbirenden Reagentien entdeckt, könnten wohl nur das Ergebniss unregelmässiger Gerinnungen sein.

Diese an der oberen Seite etwas gewölbte, auf der unteren Seite

hohle Schirmsubstanz, in welcher die Genitalhöhlen ausgegraben sind, setzt sich im Centrum in eine vierseitige Säule fort, welche in der

Fig. 54.



Ansicht eines jungen Individuums von unten, um die Anordnung der Gastrovasculärcanäle zu zeigen. Rechts ist das Velarium nach innen eingeschlagen, links ist es nach aussen gewendet. Die Buchstaben *a* bis *h* haben dieselbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. *i* grosser vasculärer Randcanal; *k* gerade unverzweigte Canäle; *l* verzweigte Canäle; l^1 Stämme; l^2 besenartige Aeste der verzweigten Canäle.

Mitte von der kreuzförmigen Magenhöhle durchbohrt ist und in die vier Arme ausläuft, deren Grundlage die Substanz bis ans Ende bildet.

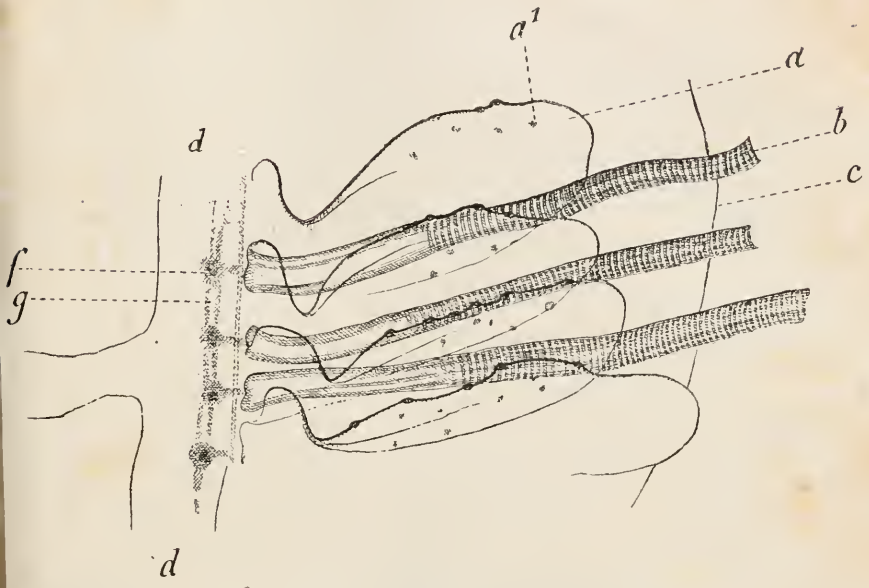
Auf der gewölbten Seite, der Exumbrella, ist der Schirm von einem sehr dünnen einschichtigen Pflasterepithelium überdeckt, in welchem Gruppen von sehr kleinen Nesselzellen zerstreut sind.

Die Ränder des Schirmes verdienen eine besondere Aufmerksamkeit. Man bemerkt daselbst viererlei Theile von besonderer Form: die Decklamellen, die Fühler, das Velarium und die Sinnesorgane.

Die homogene Substanz des Schirmes, welche nach den Rändern zu dünner wird, ist daselbst in eine grosse Anzahl länglicher zungenförmiger Plättchen zerlegt, welche von dem gleichen Epithelium (Fig. 55*a*) mit Gruppen von Nesselkapseln (*a'*) bedeckt sind, wie es die gewölbte Seite des Schirmes besitzt. Die schmale tutenförmig eingerollte Basis dieser etwas geschweiften und dachziegelförmig über einander liegenden Deckblättchen ruht auf dem gastro-vasculären Randcanale (*d*), welcher an der Peripherie des Schirmes verläuft und umfasst je die Wurzel eines Fühlers.

Die Randfühler (Fig. 55*b*) sind sehr zahlreich und können sich so ausdehnen, dass sie fast die gleiche Länge wie der Durchmesser des

Fig. 55.



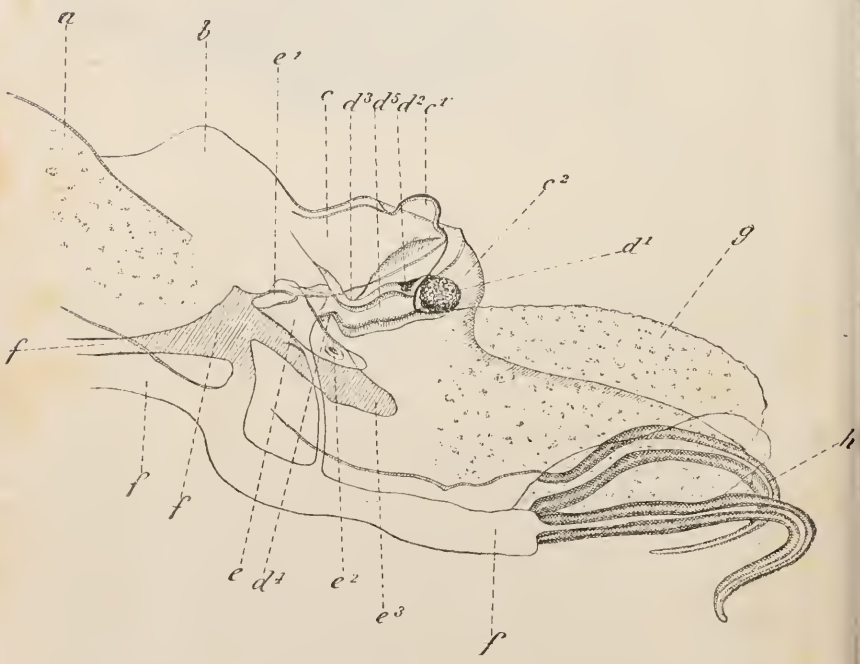
Aurelia aurita, vergrösserter Theil des Schirmrandes. *a* über einander liegende Decklamellen; *a'* Gruppen von Nesselzellen; *b* Randfühler; *c* Rand des Velarium; *d* gastrovasculärer Randcanal; *e* nach innen verlaufender Strahlencanal; *f* Oeffnungen der Höhlen der Fühler in den Randcanal; *g* Faserzüge zwischen diesen Oeffnungen.

Schirmes erreichen. Die *Aurelia* schleppt sie beim Schwimmen gewöhnlich wie einen Kranz von feinen Fädchen nach. Sie sitzen unmittelbar auf dem Randcanale auf und man sieht beim Untersuchen des Schirmrandes von der unteren Seite her ganz gut die Oeffnungen, durch welche ihre inneren Höhlungen mit diesem Canale communiciren, während von der oberen Fläche her, wie sie unsere Fig. 55 darstellt, man ihre Oeffnungen nur wie Schattenflecken sieht, die man für solide Anhäufungen halten könnte. Die Fühler sind in der That hohle, am Ende geschlossene und aus ziemlich dicken Wänden gebildete Röhren, in welchen man nach Behandlung durch Reagentien zwei Lagen gekreuzter Muskelfasern unterscheidet, von denen die einen der Länge nach verlaufen, während die anderen um den Cylinder eng an einander gedrängte Windungen bilden. Wenn sich die Fühler zusammenziehen, rollen sie sich wie Korkzieher ein. Ihre ganze Oberfläche ist mit Nesselkapseln bedeckt, welche in Querbinden geordnet sind und den Fühlern bei mittlerer Ausdehnung ein geringeltes Aussehen geben.

Das Velarium (Fig. 55 *c*) ist eher eine Fortsetzung der Subumbrella, einer sehr muskulösen Membran, in welcher man schon ohne Präparation die kreisförmigen Muskelfasern an den Wellenformen erkennen kann, welche sie bei ihren Zusammenziehungen beim Schwimmen erzeugen. Es ist in den Orten, wo sich die Sinnesorgane finden, tief eingeschnitten und in diesen Einschnitten stellen sich zwei Decklamellen so zusammen, dass sie zwei längliche Schutzlappen bilden, welche, von der Seite gesehen, zwei aufgerichteten Fledermausohren ähneln, während beim Blick von vorne diese Plättchen zwei Züngelchen gleichen, deren Spitzen nach der Pheripherie zu gerichtet sind (Fig. 56).

Die acht Sinnesorgane oder Randkörperchen sind auf der gewölbten Seite des Schirmes in einer kleinen Entfernung vom Rande

Fig. 56.



Aurelia aurita. Sinneskörperchen mit seiner Umgebung im Profil bei einer Vergrösserung von 110 Durchmessern. *a* Theil des Schirmes mit Nesselzellen; *b* Stellen ohne Nesselzellen; *c* Schutzhelm; c^1 innere Lippe; c^2 äussere Lippe des Helmes; *d* Sinneskörper; d^1 Otocyste; d^2 Augenfleck; d^3 oberes Nervengrübchen; d^4 unteres Nervengrübchen; d^5 hohler Stiel; *e* halbmondförmige Hörner des Gastrovaseuläreanals; e^1 Oeffnung des Hornes in den Canal des Stieles; e^2 Gastrula einer *Aurelia*, die in dem Horne umhersehwimmt; e^3 das andere Horn des Halbmondes durch das durchsichtige Gewebe hindurch gesehen; *f* Gastrovaseulärcanäle, die mit den vorigen und den Canälen der Fühler communieiren; *g* Decklamellen; *h* Fühler.

angelegt. Man sieht sie mit blossem Auge (Fig. 54 *g*) als kleine weisse, in der Mitte einen rothbraunen Fleck tragende Punkte, die von einem durchsichtigen Helme überwölbt sind, welcher auf der Oberfläche des Schirmes vorspringt. Ihre directe Umgebung sowie der Schirm, der sie überragt, zeigen keine Nematocysten.

Sie sind aus einem kurzen und hohlen Stiele (Fig. 56 d^1 bis d^4) mit ziemlich dicken Wänden gebildet und ihre Höhlung mündet unmittelbar in den kreisförmigen gastro-vasculären Randcanal gegenüber der Mündung des Stammes eines verzweigten, strahligen Hauptcanals. Der Verbindungscanal *f* sendet, bevor er in den Stiel des Organes eintritt, zwei seitenständige Blindsäcke $e^2 e^3$ aus, welche in der Weise gekrümmt sind, dass der Stiel, von vorne gesehen, wie in einem Halbmonde aufgestellt erscheint, dessen Sicheln mit ihren Spitzen nach der Peripherie zu gewendet sind. Das Innere des Stieles und des Halbmondes ist, wie das ganze System der gastro-vasculären Canäle, von einem feinen Wimperepithelium bekleidet und man sieht oft von dieser Wimperbewegung getriebene Körperchen in diesen Theilen hin und her fahren. Man findet auch (wenigstens in Cette sehr häufig im Monat März) in diesen Höhlungen junge Aurelien im Gastrula-Stadium, welche sich in diesen Canälen herumtreiben und auf diese Weise einen Beweis von ihrem Zusammenhange liefern.

Am peripherischen Ende ist die Höhlung des Stieles durch eine feine quere Scheidewand geschlossen, welche von einer Kugel mit sehr dünnen Wänden überragt ist d^1, in der sich eine Druse prismatischer Krystalle mit spitzen Enden vorfindet, welche durch einen gallertartigen Stoff zusammengehalten werden. Auf der Aussenfläche sieht man noch an der Uebergangsstelle zwischen Stiel und Endkapsel einen braunen mehr oder minder ausgedehnten, von diffusem Pigment gebildeten Fleck d^2. Es ist der Augenfleck; hinter diesem Flecken zeigt sich eine eingebogene, von einem dickeren Epithelium bekleidete Falte, die wir mit Schaefer das obere Nervengrübchen nennen d^3. Diesem Grübchen entspricht ein anderes unteres Nervengrübchen d^4, welches etwas weiter zurück an der entgegengesetzten Seite des Stieles sich befindet.

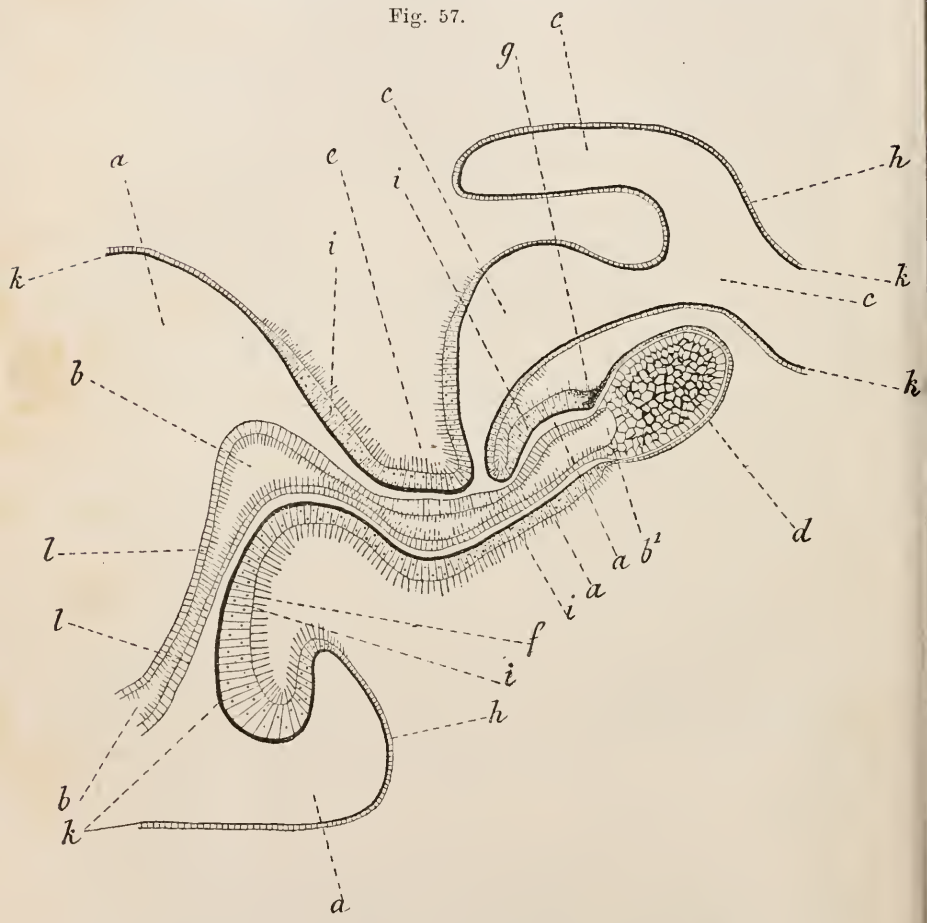
Die Krystalldruse sitzt mit ihrem hohlen Stiel in dem Ausschnitte zweier helmförmiger Wölbungen (Fig. 56 c^1 und c^2), welche eine oberhalb der allgemeinen Oberfläche des Schirmes vorspringende durchsichtige Warze bilden. Man sieht diese Bildung sehr gut, wenn man das ausgeschnittene Organ so stellt, dass man es von der Seite sieht. Die nach dem Centrum hin sich findende Lippe des Helmes c^1 ist bedeutender als diejenige, welche nach der Peripherie hinschaut c^2. Letztere passt in die obere Lippe wie ein Unterschnabel in einen Oberschnabel. Auf diese Weise ist die Krystalldruse mit ihrem Stiele gut geschützt und dennoch dem Seewasser unmittelbar zugänglich.

Das ist Alles, was man mit Vergrösserungen bis auf 100 Durchmesser und ohne Gebrauch von Reagentien sehen kann.

Um eine vollständigere Kenntniss des Organes zu erlangen, muss man an gehärteten Objecten gemachte Schnitte unter stärkeren Vergrösserungen untersuchen.

Diese Beobachtungen fügen dem nicht viel hinzu, was wir über

Fig. 57.



Längsdurchschnitt des Randkörperchens mit seiner unmittelbaren Umgebung. Vergrösserung 400 Durchmesser. *a a* durchsichtiges Mesoderm des Schirmes, das sich in den Helm und das Sinneskörperchen fortsetzt; *b* Gastrovasculärcanal des Sinneskörpers; b^1 blindes Ende desselben; *c* Durchschnitt der äusseren Helmlippe; *d* Otolithen; *e* oberes Nervengrübchen; *f* unteres Nervengrübchen; *g* pigmentirter Augenfleck; *h* Pflasterepithelium des Ectoderms; *i* sensitives Wimperepithelium des Ectoderms; *k* Nerven- und Muskelschicht des Ectoderms; *l* Wimperepithelium des Endoderms, das den Gastrovasculärcanal auskleidet.

die Gestaltung der inneren Höhlung wissen, welche überall von einem Wimperepithelium bekleidet ist, das zwar eine Fortsetzung desjenigen der gastro-vasculären Canäle ist, aber dennoch im Inneren des Organs aus höheren, palissadenartig an einander gedrängten Zellen besteht. Dieses Epithelium hört bei der Krystalldruse *d* auf, welche das knopfförmige Ende des Organs füllt. Jeder einzelne Otolith ist in einer Zelle eingeschlossen, und bietet die Form eines Dodecaeders; die Zellen sind an der Peripherie der Drüse länger, so dass sie eine strahlige Anlage bieten.

Die mit den Otolithen gefüllte Endkapsel ist von einem ausserordentlich dünnen Mesoderm gebildet, welches äusserlich von einem Pflasterepithelium überdeckt ist.

Das auf dem Stiele des Organs dickere Mesoderm setzt sich an der Basis desselben unmittelbar in das mesodermische Gewebe des Helmes fort. Durch die Einfügungen der Lippen des Helmes sind in diesem Mesoderm die beiden Vertiefungen gebildet, welche wir mit Schaefer die oberen (*e*) und unteren (*f*) Nervengrübchen genannt haben.

Diese beiden Gruben, sowie der ganze freie Theil des Stieles des Sinnesorganes sind von einem einschichtigen Ephithelium *i* bekleidet, das aus sehr langen, spindelförmigen, zusammengedrängten Zellen besteht, welche ihre grösste Länge in der Oberfalte zwischen dem Helme und dem Stiele, sowie auch in den beiden Nervengruben haben. An diesen Punkten haben die Zellen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Halskrausen tragenden Geiselzellen der Schwämme. Sie bieten in der That eine lange, aus einem schmalen auf der Oberfläche trichterförmig erweiterten Kragen heraustretende Geisel, einen angeschwollenen protoplasmischen Theil, welcher den Kern enthält, und enden nach innen mit sehr feinen wurzelförmigen Fäserchen, welche das Aussehen von feinen Nervenfäserchen haben, und wohl Beziehungen zu einer aus Ganglien und Fasernetzen nervöser Natur bestehenden Schicht haben könnten, welche unmittelbar dem Mesoderm anliegt.

An den Grenzen der genannten Punkte nehmen diese Zellen allmählich in Höhe ab, verlieren schliesslich ihre Wimpern und ihre längliche Form gänzlich und gehen so in das Pflasterepithelium *k* über, welches alle Theile des Schirmes überdeckt.

An dem oberen Theile des Sinnesorganes und an den Rändern der Otolithendruse sind diese Zellen mit einem braunrothen diffusen Pigmente *g* erfüllt, welches besonders in den Krägen angesammelt ist, aus welchen die Geiseln heraustreten, aber sich noch in die Pflasterzellen fortsetzt, welche die Kapsel der Druse bedecken.

Man kann augenscheinlich den verschiedenen Theilen dieses unzweifelhaften Sinnesepitheliums keine besondere Functionen zuschreiben. Die den Kragen der Otolithenkapsel umgebenden Zellen haben durchaus die gleiche Gestaltung wie diejenigen, welche die beiden

Nervengruben auskleiden oder überhaupt den Stiel des Sinnesorganes überziehen. Die Anwesenheit des Pigments in einem Theile dieser Zellen bildet noch kein Sehorgan. In anderen Gattungen freilich findet die Differenzirung statt; das Sehorgan und das obere Nervengrübchen treten dann deutlicher als besondere Organe hervor; und das erste zeigt für die Wahrnehmung des Lichtes geeignete Anpassungen, aber bei *Aurelia* findet diese Differenzirung noch nicht statt.

Die Subumbrella. Wir verstehen unter diesem Ausdrucke die auf der hohlen Seite des Schirmes ausgebreiteten Gebilde. Diese Seite ist in erster Hand von einem Pflasterepithelium bedeckt, welches die Fortsetzung desjenigen der Oberseite ist, und sich nur durch die Seltenheit der Nematocysten unterscheidet, die sogar gegen die Mitte des Schirmes hin gänzlich fehlen. Aber unter diesem Epithelium findet sich eine sehr dünne und dennoch selbst bei dem lebenden Thiere sichtbare Schicht von in allen Richtungen gekreuzten Nervenfasern, welche in ihrem Laufe spindelförmige Anschwellungen vom Protoplasma mit Kernen und Kernkörperchen zeigen. Es sind also bipolare Nervenzellen, welche gemäss der Beschreibung Schaefer's, der ihnen ein eingehendes Studium gewidmet hat, sich nur selten verzweigen, und in ausserordentlich dünnen Fäserchen enden. Man findet sehr selten tripolare Zellen und man hat noch nicht grössere Anhäufungen oder Stränge von Nervenfasern oder Ganglien unterscheiden können, welche die Rolle von centralen Organen spielen könnten. Alle Versuche, einen peripherischen Nervenring nachzuweisen, wie er bei den Craspedoten besteht, sind bis jetzt gescheitert; es scheint im Gegentheil, dass gegen den Rand des Schirmes hin diese Nervenfasern seltener und minder gefilzt sind als in der Nähe der Genitalorgane und der Arme.

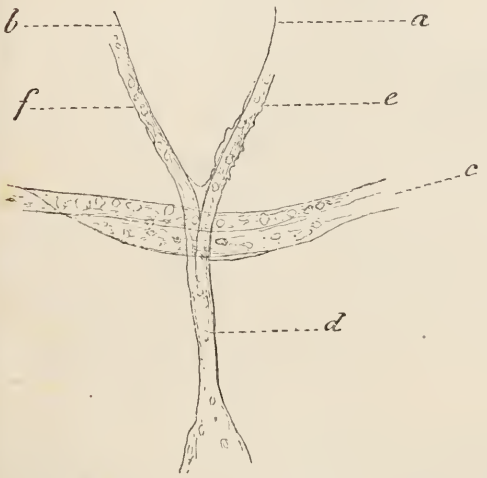
Diese Nervenschicht setzt sich ununterbrochen in die nervöse Schicht fort, welche das sensitive Randkörperchen umgiebt, und bildet die Grundlage des umgeänderten nervösen Epitheliums, welches sich dort findet. Sie setzt sich ebenfalls auf die Arme fort, wo sie sehr zart wird und schwer zu beobachten ist.

Zwischen dieser Nervenschicht und dem Bindegewebe des Mesoderms, welches den Kern des Schirmes bildet, finden sich Muskelfasern, die zweierlei Art sind.

Die einen bilden Wülste oder ringförmige, ziemlich starke Bündel, die an dem Rande des Schirmes besonders entwickelt sind. Man sieht sie schon mit blossem Auge, wenn die auf die Wölbung des Schirmes gelegte Meduse sich lebhaft zusammenzieht. Es sind, wie Brücke nachgewiesen hat, quergestreifte Muskelfasern und in dieser Hinsicht den willkürlichen Muskelfasern der höheren Thiere zwar ähnlich, aber dadurch verschieden, dass die Ueberbleibsel der ursprünglichen Zellen, von welchen diese Fasern abstammen, noch in Form eines, einen Kern enthaltenen Protoplasmaballens ihnen anhangen.

Ausser diesen gestreiften Ringfasern finden sich andere spindelförmige, platte, mit zahlreichen Granulationen und Kernen versehene Fasern, welche eher eine strahlige Richtung haben. Die Bündel dieser Fasern gehen von dem Grund der Arme aus und an den Wurzeln der Fühler und Armfransen angelangt, theilen sie sich in der Weise, dass sie ihren Rändern Bündel liefern. Diese Bündel kreuzen sich mit anderen ähnlichen, aber ringförmig gelagerten Fasern. Die Anlage ist die gleiche auf den befranzten Rändern der Arme, wo einerseits Längsfasern verlaufen und anderseits gabelförmig gespaltene Bündel sich zu den kleinen Fühlern begeben, welche auf diesen befranzten Rändern sitzen. Wir haben (Fig. 58) ein derartiges Bündel abgebildet, welches einer jeden der beiden Seiten der einander gegenüber stehenden Fransen ein secundäres Bündel liefert.

Fig. 58.

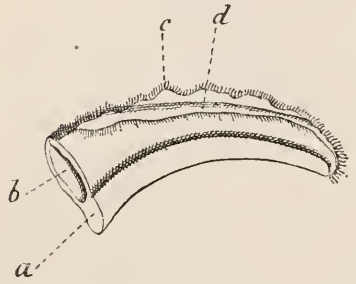


Glatte Muskelfasern an der Basis der Armfransen. Osmiumsäurepräparat. *a* Rand der rechts gelegenen Franse; *b* Rand der Franse zur Linken; *c* glatte Längsfasern; *d* gegabeltes Radialbündel; *e* rechter, *f* linker Zweig der Gabel.

Verdauungssystem. Dieses System fängt mit den vier Armen an, welche, wie wir früher gesagt haben, kreuzförmig angelegt sind und im Centrum ihrer Vereinigung die Mundöffnung enthalten. Die Arme sind schliesslich nur die vier rinnenförmig ausgezogenen Mundecken, welche von einer starken Säule aus Bindegewebe, einer Fortsetzung des Bindegewebes des Schirmes, unterstützt sind. Diese Säule ist einfach, fast abgerundet, und zeigt an der Spitze des Armes ein abgestumpftes Ende. Die Rinne ist von zwei häutigen, gefalteten Blättern gebildet, deren Aussenseite mit den Pflasterzellen der feinen Nervenschicht und den oben beschriebenen Muskelfasern des Ectoderms, welche zu den Fransen übergehen, bekleidet ist, während die innere Seite der Rinne gänzlich mit den Wimperzellen des Endoderms überzogen ist. Die Stützlamelle zwischen den beiden Epithelien ist ausserordentlich dünn und zart. Die Fransen, welche die Ränder der beiden die Rinne bildenden Blättchen besetzen, sind kurz, wurmförmig, voll und sehr beweglich.

Die beiden Blätter der Rinne nähern sich oft so sehr an ihrer Einfügungslinie längs des Armes, dass sie daselbst einen geschlossenen Canal zu bilden scheinen. Wir haben diese Ansicht Fig. 53 dargestellt. Sie ist trügerisch, und es genügt, einen Querschnitt an dem Arme eines lebenden Thieres anzufertigen, wie wir einen solchen Fig. 59 gezeichnet haben, oder unter einer schwachen Vergrösserung das Ende eines Armes selbst zu untersuchen, um zu sehen, dass ein geschlossener Canal nicht besteht, dass die Blätter sich um die mesodermische Axe des Armes herumbiegen und dass am Ende dieser Axe die auf ihren Rändern mit Fransen besetzte Rinne beginnt.

Fig. 59.



Abgeschnittenes Ende eines Armes in natürlicher Grösse. *a* Solide Axe des Armes; *b* durch die beiden Fransenlamellen gebildete Rinne; *c* die eine Lamelle entwickelt; *d* die andere eingerollt.

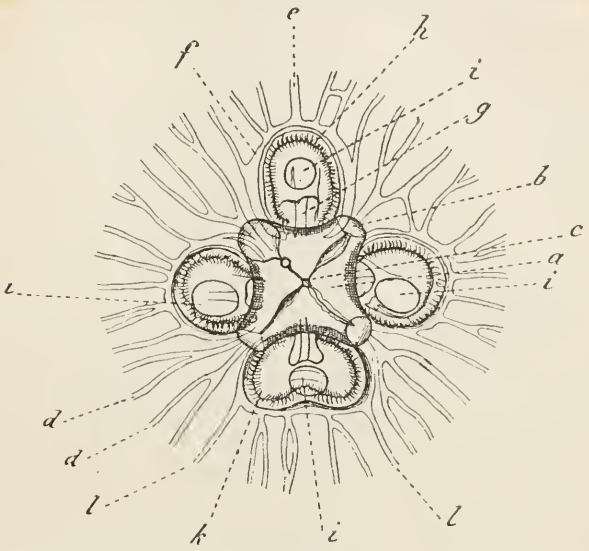
In der Nähe des Mundes bilden die Blätter der Rinne anmuthig umgebogene Ausbreitungen wie die Blätter eines krausen Kohls, welche wir die Krause nennen (Fig. 53 b^1). Die tausend Falten dieser Krausen verändern jeden Augenblick ihre Form und dienen dazu, den Eingang des Mundes zu verstecken und zu decken.

Durch ihre Vereinigung bilden die Grundlagen der vier Arme einen vierseitigen sehr festen Pfeiler, welcher in den Grund des Schirmes sich fortsetzt und dessen Winkel in der Weise orientirt sind, dass sie die Zwischenräume zwischen den vier Geschlechtshöhlen einnehmen. Die kreuzförmige Mundhöhle, welche sich im Inneren dieses Pfeilers befindet, ist zuerst im Augenblicke der Vereinigung der Rinnen ziemlich schmal, so dass sie nur eine sehr enge Kreuzspalte bildet. Um diese Gestaltung zur Anschauung zu bringen, muss man die Meduse auf die Wölbung des Schirmes legen, die Arme abschneiden und nach einander durch horizontale Schnitte den Pfeiler bis zu dem Niveau der Subumbrella abtragen. Einwirkung sehr verdünnter Pikrinschwefelsäure erleichtert diese Präparation sehr; das innere Epithelium der Canäle wird etwas undurchsichtig und trübe, während zugleich das Bindegewebe des Mesoderms vollkommen klar und durchsichtig bleibt.

Der von uns dargestellte oberflächliche Querschnitt (Fig. 60), welcher den Grund der Armrinne streift, zeigt die Kreuzspalte des Mundes und lässt zu gleicher Zeit erkennen, dass die vier Winkel sich in die gastro-vasculären verzweigten Canäle ersten Ranges fortsetzen. Ein tieferer Schnitt zeigt eine mittlere Höhlung, welche in dem Pfeiler ausgegraben ist und in ihren Umrissen mit denjenigen des Pfeilers selbst übereinstimmt, die Magenhöhle. Diese Höhlung ist nicht so

tief als sie breit ist, und man sieht, wenn die Schnitte auf den Grund gelangt sind, aus der Mitte jeder Seite des Vierecks einen gastro-vasculären

Fig. 60.



Das Centrum der Subumbrella nach Abtragung der Arme, natürliche Grösse. *a* Armstiel; *b* abgeschnittene Arme; *c* kreuzförmiger Mund; *d* verzweigte Canäle; *e* mittlerer Secundärcanal; *f* Kranzcanal der Genitaltaschen; *g* Genitalcanäle; *h* Genitalrosette; *i* Eintrittsöffnungen der Genitalhöhlen; *k* abnorm gestaltetes Genitalorgan; *l* gerade Secundärcanäle, die von demselben ausgehen.

Canal abgehen, welcher unmittelbar zu der dieser Seite gegenüberstehenden Generationstasche führt. Endlich zeigt ein letzter unter dem Grunde der Magenhöhle geführter Schnitt (Fig. 61) den Pfeiler wieder als festes Viereck, von dessen Umkreise 16 gastro-vasculäre Canäle ausgehen, nämlich vier von den Ecken und drei von jeder Seite des Vierecks, welche sich direct zu der Subumbrella begeben.

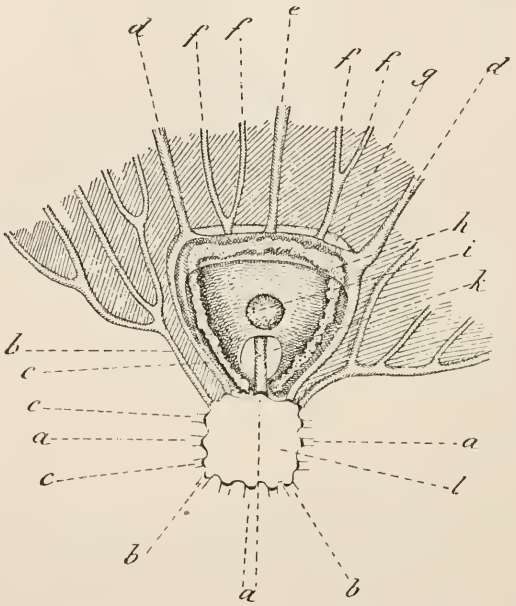
Aus dieser Anordnung folgt, dass die Canäle vom Inneren des Pfeilers nach der Peripherie hin verlaufen. Auf der Subumbrella selbst sind sie aussen von den Nerven und Muskelschichten, sowie vom Epithelium des Ectoderms bekleidet und ihr Lauf wird von schwachen in der Oberfläche des Mesoderms eingegrabenen Rinnen angezeigt.

Alle inneren Oberflächen der Armrinnen, der Wände der Magenhöhle und der gastro-vasculären Canäle sind von einem sehr feinen Wimperepithelium überzogen.

Gastro-vasculäre Canäle. Wir haben gesagt, dass man im Ganzen 16 Hauptcanäle zählt, welche von dem vierseitigen Pfeiler der Arme ausgehen. Diese Canäle haben verschiedenen Verlauf.

Vier Canäle, welche wir die Genitalcanäle (Fig. 61, *a*) nennen, gehen von der Mitte einer jeden Seite des Vierecks aus, durchfahren in schiefer Richtung den Geschlechtspfeiler des Mesoderms (*k*, Fig. 61)

Fig. 61.



Stück des Centraltheiles der Subumbrella von einem grossen Exemplar. Natürliche Grösse. Der Armstiel ist im Niveau der Subumbrella abgetragen. *a* Genitalcanäle; *b* Winkelcanäle; *c* Zwischencanäle; *d* seitliche, gerade Secundärcanäle; *e* mittlerer Secundärcanal; *ff* Aeste dieses Canals, die bei dem abgebildeten Exemplare abnormer Weise vom Kranzcanal *g* abgrenzen; *h* Genitalband; *i* Einlassöffnung zur Genitalhöhle; *k* Genitalpfeiler, vom Genitalcanal *a* durchsetzt.

und enden mit der Geschlechtstasche selbst, welche so zu sagen nur eine Erweiterung des Canals ist. Bei grossen Exemplaren von *Aurelia* kann man leicht eine Sonde durch diese Canäle einführen und auf diese Weise in die Höhlung der Geschlechtstaschen eindringen.

Vier andere Canäle, welche wir Winkelcanäle (*b*, Fig. 61) nennen, gehen von den Ecken des Vierecks aus und bilden durch Gabeltheilungen eine Art Besen, gewöhnlich mit mittlerem Stamme. Dieser mittlere Stamm, welcher rechts und links Gabelzweige aussendet, begiebt sich in der Regel direct nach der Peripherie, mündet in den gastro-vasculären Ringcanal und setzt sich in den Stiel eines Sinneskörpers fort, in dem er blind endet (*g*, Fig. 54).

Die acht anderen Canäle, welche wir die Zwischencanäle nen-

nen (*c*, Fig. 61), entspringen auf jeder Seite der Geschlechtscanäle zwischen diesen und den Winkelcanälen und umbiegen die Geschlechtstasche, indem sie hier einen Kranzcanal bilden (*g*, Fig. 61). Aus diesen die Geschlechtstaschen umgebenden Canälen entspringen die secundären Canäle (*d*, *e*, *f*, Fig. 61).

Unter diesen secundären Canälen muss man die Seitencanäle und die mittleren Canäle unterscheiden.

Von jeder Ecke der Geschlechtstasche geht in der That ein gerader Seitencanal (*k*, Fig. 55); (*d d*, Fig. 61) aus, welcher unmittelbar nach der Peripherie hinzieht, um daselbst in den Ringcanal zu enden. Diese Canäle enden stets in den Zwischenräumen zwischen zwei Randkörpern auf einem kleinen Ausschnitt oder einer Einbuchtung des Velariums bei einem Fühler, welcher bei den jungen Individuen etwas dicker ist. Bei den erwachsenen Medusen haben wir manchmal unausgebildete Sinneskörperchen an diesen Stellen sitzen sehen, so wie sie Schaefer beschrieben hat, und bei einer erwachsenen *Aurelia* haben wir bis drei solcher rudimentärer Sinneskörper gezählt.

Die secundären Mittelcanäle (*e*, Fig. 61) entspringen auf den Gipfeln der vier Geschlechtstaschen. Ihr Stamm verläuft in gerader Linie auf das entsprechende Sinneskörperchen hin, in dessen Keule er endet. Auf ihrem Wege geben sie stets zweigabelige Verzweigungen nach links und rechts ab, welche den Raum zwischen den beiden secundären nicht verzweigten Seitencanälen einnehmen.

Im Ganzen genommen besteht das System des Schirmes aus acht geraden, nicht verzweigten secundären und aus acht verzweigten Canälen, von welchen je vier unmittelbare und vier mittelbare oder secundäre sind. Alle diese Canäle begeben sich in den kreisförmigen am Rande des Schirmes verlaufenden Sammelcanal (*i*, Fig. 54), welcher seinerseits den Fühlern und den randständigen Sinneskörperchen Zweige abgiebt. Die Höhlungen der letzteren sind nur unmittelbare Fortsetzungen der Stämme der acht verzweigten Canäle.

Die vorstehende Beschreibung bezieht sich besonders auf junge Individuen, wie wir eines in Fig. 54 gezeichnet haben. Bei älteren Medusen findet man zahlreiche Abweichungen, abnorme Verbindungen und Verästelungen, die wahrscheinlich erlittenen Verwundungen zuzuschreiben sind und von welchen wir einige Beispiele in den Figuren 60 und 61 gegeben haben. Diese Abänderungen bestehen grösstentheils darin, dass die ersten Verzweigungen, welche im normalen Zustande von den secundären Mittelstämmen abgehen sollten, unmittelbar aus dem Kranzcanal der Genitaltaschen ihren Ursprung nehmen (*f f* und *f' f''*, Fig. 61).

Der peripherische Sammelcanal lässt oft Divertikel sehen, welche von diesem Canal aus nach dem Centrum hin gerichtet sind, und in spitze Enden auslaufen. Es scheint also, dass wenigstens ein Theil der

besenförmigen Verzweigungen der gastro-vasculären Canäle ursprünglich aus dem peripherischen Canal entspringt und nur später mit den betreffenden Stämmen sich vereinigt.

Die Zeugungsorgane. Wenn man eine *Aurelia* von der oberen oder unteren Seite des Schirmes aus beobachtet, so sieht man stets, aber deutlicher von der unteren Seite aus, vier lebhaft rothgefärbte, mehr oder minder wie ein Hufeisen gekrümmte und in Abwechselung mit den Armen angelegte Bändchen, deren Krümmung mit ihrem Gipfel nach der Peripherie zu gerichtet ist. Diese gefalteten und gedrehten Bändchen besetzen bei den jüngeren Exemplaren nur den gewölbten Grund einer in dem durchsichtigen Gewebe des Schirmes ausgegrabenen Höhlung, aber bei den erwachsenen Individuen nehmen sie den ganzen Umkreis der Höhlung ein und berühren sich mit ihren dem Pfeiler der Arme zugewendeten Enden.

Um die Verhältnisse der in der Dicke der Gewebe ausgegrabenen Höhlungen näher zu untersuchen, ist es zweckmässig, den Stiel der Arme nach und nach durch Querschnitte abzutragen, wie wir es Fig. 60 und 61 dargestellt haben. Man sieht alsdann, dass dieser Stiel, dessen vier abgeschnittene Arme zwischen den Geschlechtstaschen ausstrahlen (*b*, Fig, 60), mit der Centralmasse des Schirmes durch die Fortsetzung (*l*, Fig. 61) des Stieles und durch vier secundäre abgerundete Pfeiler (*k*, Fig. 61) zusammenhängt, welche je einer Seite des Vierecks gegenüberstehen und in schräger Richtung von dem gastro-vasculären Genitalcanal durchkreuzt sind (*k*, Fig. 61). Ein jeder dieser von sehr durchsichtiger Substanz gebildeter Genitalpfeiler hängt mit dem Schirm und mit der ziemlich dünnen Ausbreitung zusammen, welche die Geschlechtshöhlung von unten her deckt.

Diese ist also eine ganz unabhängige, in dem Mesoderm ausgegrabene Höhlung, die mit der Aussenwelt nur vermittelst eines runden oder ovalen, in der Mitte der Lamelle, welche die Höhlung von der Subumbrella aus deckt (*i*, Fig. 60 und 61), angebrachten Loches in Verbindung steht. Man kann mittelst einer in dieses Loch eingeführten Sonde leicht die Höhlung umkreisen und sich überzeugen, dass der Geschlechtssack, welchen sie enthält, ganz frei ist und nur durch einige an seinen Rändern angebrachte Fasern an den Wänden der Höhlung haftet.

In dieser Höhlung liegt der Geschlechtssack, welcher von allen Seiten geschlossen ist und nur von dem gastro-vasculären Geschlechtscanale aus zugänglich ist (*g*, Fig. 60; *a*, Fig. 61). Wir haben schon gesagt, dass man bei grossen Exemplaren leicht eine Sonde in diesen Canal einführen und auf diese Weise in die Höhlung des Geschlechtssackes dringen kann. Dieser verkehrt also durch den Canal nur mit der Magenhöhle und ist nur äusserlich vom Wasser umspült,

welches frei in die Geschlechtshöhle durch deren mittleres Loch eindringt.

Welches auch seine Erzeugung und sein Ursprung bei den Larven der Aurelien, den sogenannten Ephyren, sein mögen, so ist der Geschlechtssack in Wirklichkeit bei den erwachsenen Thieren nur eine Erweiterung eines gastro-vasculären Canals und kein Nebensack der Magenhöhle. Diese communicirt mit dem Geschlechtssack nur durch den erwähnten gastro-vasculären Canal. Wir wollen nicht leugnen, dass bei den jungen Ephyren diese Canäle nur als Verengerungen bestehen, welche zu einem Blindsacke der Magenhöhle führen, der später sich als Geschlechtssack differenzirt; aber in dem Bildungsstadium, wo diese Gestaltung bei den Ephyren existirt, bestehen auch alle anderen gastro-vasculären Canäle noch nicht, und es finden sich an ihrer Stelle nur acht breite Blindsäcke der Magenhöhle, welche ohne Verzweigungen unmittelbar nach den acht randständigen Sinneskörperchen hinlaufen und noch nicht durch einen peripherischen Sammelcanal verbunden sind. Das ganze gastro-vasculäre System, wie wir es bei dem erwachsenen Thiere finden, differenzirt sich erst schrittweise und Hand in Hand mit den Umwandlungen, welchen die Ephyren unterliegen, und wenn diese Differenzirung vollendet ist, verkehren die Geschlechtssäcke mit dem Magen nur durch Canäle, welche durchaus in gleicher Weise gebildet sind, wie alle übrigen gastro-vasculären Canäle.

Die Geschlechtstasche ist auf ihrem ganzen Umkreise von dem Geschlechtsbändchen umsäumt, welches aus zwei verschiedenen Organen besteht, den Gastralfilamenten und den eigentlichen Geschlechtsorganen. Die ersteren finden sich in jeder Altersstufe, die zweiten treten erst dann hervor, wenn die Meduse ein gewisses Alter erreicht hat.

Die Gastralfilamente *B* (Fig. 62 a. f. S.) sind im Grunde nur winzige Fühler, kleine hohle, mit der Höhlung des Geschlechtssackes in Verbindung stehende Röhren, die von einer dicken Schicht Bindegewebe gebildet sind, auf welcher die Reagentien epitheliale Zellen und eine ziemlich mächtige neuromusculäre Schicht entdecken lassen. Diese Fühlerchen sind ausserordentlich contractil und beweglich. Was sie von den Randfühlern des Schirmes ausser ihrer Grösse unterscheidet, ist einerseits die Seltenheit der Nematocysten, von welchen man gewöhnlich nur einige wenige in ihrem freien Ende zerstreut findet und anderseits ein sehr feines, ihre Oberfläche überziehendes Wimperepithelium, welches eher durch seine Wirkung und durch die Erzeugung von Strömen auf der Oberfläche sich zu erkennen giebt.

Das eigentliche Geschlechtsbändchen ist von einer dicken, wahrscheinlich dem Mesoderm angehörenden Haut gebildet, welche mit Epithelium bedeckt und in Guirlanden gefaltet ist. Mit den Gastralfilamenten ist dieses Band am inneren Rande der häutigen Tasche in

der Weise angeheftet, dass die Falten und Guirlanden, sowie die Filamente in die innere Höhlung der Geschlechtstasche hineinragen. In

Fig. 62.

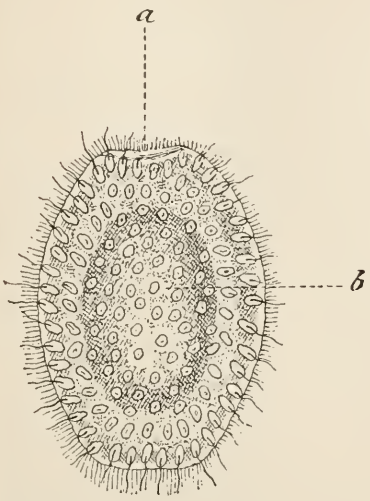
Theile des Genitalbändchens einer männlichen *Aurelia*. *A* Rand mit Samenfollikeln, die reife Zoospermen enthalten, bei schwacher Vergrösserung. *B* Optischer Durchschnitt eines Gastralfilamentes. *a* innere Höhle mit Wimperbekleidung; *b* Stützlamelle; *c* Nesselzellen; *d* äusseres Wimperepithelium. Starke Vergrösserung. Nach dem Leben.

der Dicke dieses Bändchens und gewiss auf Kosten des dem Endoderm zugehörigen Epitheliums bilden sich nun Zellen, welche Eier oder Samenfollikel werden. Während die ersten ganz rund bleiben und mit grosser Deutlichkeit die Keimbläschen und Keimflecke zeigen, werden die Samenfollikel *A* (Fig. 62) birnförmig mit nach aussen gewendeter Basis, drängen sich an einander und erzeugen auf diese Weise ein Aussehen wie von Zellen, die man anfänglich mit dem Aussehen der Eier verwechseln kann. Später, wenn diese Täschchen mit Zoospermen gefüllt sind, ist kein Missgriff mehr möglich.

Die Zeugungsproducte, Eier und Zoospermen gelangen durch Dehiscenz in die Höhlung der Geschlechtstasche und kommen von da aus entweder in die Mundhöhle und die Armrinnen oder in die anderen gastro-vasculären Canäle. Wir haben schon gesagt, dass wir fast stets in Cette am Ende des Monats März in den Hörnern des gastro-vasculären Halbmondes am Grunde der Sinneskörperchen Junge im Gastrulastadium gefunden haben, welche sich dort herumtummelten. Im ersten Augenblicke glaubten wir, als wir diese Objecte bei einer schwachen Vergrösserung sahen, dass wir mit Schmarotzern zu thun hätten, und aus diesem Grunde geben wir davon eine unter 400maliger Vergrösserung gemachte Zeichnung. Es sind Gastrulen im Stadium, wo der ursprüngliche Mund geschlossen ist, während die innere Höhlung besteht. Diese Gastrulen haben an einem der Pole, welchen sie nach vorne tragen, eine kleine Vertiefung; sie sind von einem Wimperepi-

thelium mit sehr langen und thätigen Wimpern bedeckt und mit steiffadigen Nematocysten über und über besetzt. Sie gingen von den Seitenhörnern in den centralen Canal des Sinneskörperchens hin und her und betrugen sich, als ob sie sich an einem normalen Aufenthaltsorte befänden.

Fig. 63.



Gastrula einer *Aurelia*, wie sie in den Gastro-vasculärcanälen vorkommt. *a* vordere Einstülpung für den Mund; *b* geschlossene innere Höhle.

Wir erwähnen nur, dass aus diesen Gastrulen die *Scyphistoma* genannten Polypen entstehen, welche durch axiale Sprossung und Quertheilung die Larven der Aurelien, die sogenannten Ephyren erzeugen.

B. Polypoïde Form.

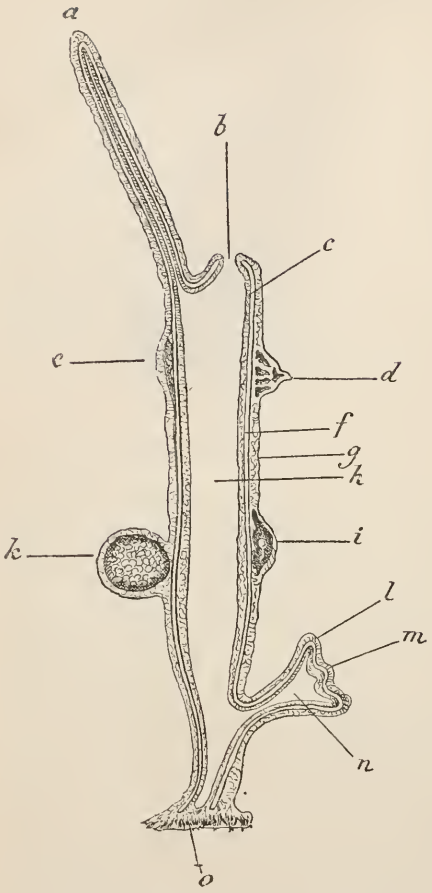
Typus. *Hydra grisea.* Die verschiedenen Arten von *Hydra* finden sich überall in den Süsswassern an untergetauchten Pflanzen. Man sammelt diese Pflanzen, Wasserlinsen oder andere, und lässt sie ruhig in einem mit Wasser gefüllten Gefässe stehen; die Hydren entfalten sich dann, strecken ihre Arme aus und werden leicht sichtbar. Man kann sie lebend in einem Uhrglase beobachten. Um Schnitte zu machen, übergiesst man sie plötzlich mit Osmiumsäure zu 0,5 Proc., in welcher man das Thier, welches meist ausgestreckt bleibt, so lange lässt, bis es eine graue Färbung angenommen hat; man wäscht sorgfältig mit viel Wasser aus, färbt mit Pikrocarminat, härtet mit Alkokol und schliesst in Paraffin ein. Um die Gewebselemente zu isoliren, bedient man sich der früher angegebenen Mischung von Osmium- und Essigsäure.

Die Arten der Süsswasserhydren (*H. grisea, communis, aurantiaca, viridis*) sind nur durch geringe Einzelheiten in ihrer Structur verschieden. Für das anatomische Studium kann man, abgesehen von diesen Einzelheiten, die einen an Stelle der anderen gebrauchen.

Wir haben diesen Typus gewählt, weil er sich überall vorfindet, und weil er zu gleicher Zeit ausser einigen seltenen marinen Formen (*Protohydra*) den letzten Grad der Verkümmerung der polypoïden Form bietet, und sich also gewissermaassen an einem Ende einer Reihe befindet, deren anderes Ende *Aurelia* einnimmt.

Man kann sich die *Hydra* (Fig. 64) unter der Form eines ver-

Fig. 64.



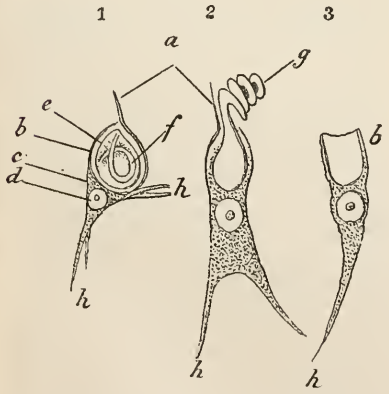
Schematischer Längsdurchschnitt einer *Hydra* mit den Fortpflanzungsorganen. *a* Arm mit feinem, in die Magenhöhle mündenden Centralcanal und den drei constituirenden Schichten Ectoderm, Stützlamelle und Endoderm; *b* Mund; *c* Endoderm; *d* reifer Hode, zur Samenentleerung bereit; *e* in der Bildung begriffener Hode; *f* Stützlamelle; *g* Ectoderm; *h* Magenhöhle; *i* Ei im Ectoderm in der Bildung begriffen; *k* fast reifes Ei; *l* Arm der Knospe, in Bildung begriffen; *m* noch geschlossene Mundwarze; *n* Magenhöhle der Knospe, mit derjenigen der Mutter in Verbindung stehend; *o* Klebzellen der Fussscheibe.

längerten Sackes mit dicken Wänden vorstellen, auf dessen Rändern um die Oeffnung herum sehr contractile, der Zahl nach wechselnde Arme sich befinden. Der Grund des Sackes verlängert sich in Form eines kurzen cylindrischen, mit einer Fussscheibe endenden Stieles, vermittelst dessen der Polyp sich zeitweise festsetzt. Die Oeffnung des oben ein wenig zusammengezogenen Sackes ist die Mundöffnung; sie führt in die weite Magenhöhle, deren Grund, in Uebereinstimmung mit der Form des Stieles, ein wenig enger ist und welche oben mit den engen Centralhöhlen der Arme verkehrt. Die eingeführten Nahrungsbestandtheile werden besonders in dem erweiterten Theile der Magenhöhle verdaut; der zusammengezogene Basaltheil der Höhle enthält hauptsächlich den ausgearbeiteten Nahrungsstoff. Die unverdaulichen Ueberbleibsel werden durch den Mund ausgestossen, da die Höhlung nach dem Fusse zu geschlossen ist. Der ganze Körper ist ausserordentlich contractil; so dass er nur eine kleine Anhäufung gallerartiger Substanz bietet, wenn die *Hydra* sich gänzlich zusammengezogen hat. Daher der vorhin gegebene Rath, dass man

einige Stunden warten soll, bevor man die Pflanzen untersucht, auf welchen die Polypen sich festgesetzt haben. Wenn sie ausgestreckt sind, sieht man sie leicht mit nacktem Auge und kann sich überzeugen, dass sie oft langsam den Ort wechseln, indem sie vermittelst der Fussscheibe gleiten. Ausser den Fällen, wo Knospen und Fortpflanzungsorgane entwickelt sind, kann man kaum andere Theile der *Hydra* unterscheiden, als die Arme, den hohlen Leib und den kurzen Stiel mit seiner Scheibe; es giebt keine eigentlichen differenzirten Organe und die anatomische Untersuchung muss sich also auf die histologische Beobachtung beschränken. Wir werden in dieser Untersuchung der ausgezeichneten Arbeit Jickeli's folgen (Gegenbaur, Morphol. Jahrb. Bd. VIII, S. 373, 1882).

Alle Theile der *Hydra* bestehen aus einem Zellenectoderm *g* (Fig. 64), welches alle äusseren Flächen bedeckt, aus einem ebenfalls zelligen Endoderm *c*, welches die Magenhöhle und ihre Fortsetzungen auskleidet, und aus einer ziemlich dünnen Stützlamelle *f*, welche zwischen diesen beiden Schichten eingeschlossen ist und das Mesoderm darstellt. Je nach den Arten kann man noch mehr oder minder leicht eine äussere homogene Cuticula nachweisen, welche von den Nematocysten entsprechenden Poren durchlöchert ist und das Ergebniss einer Ausschwitzung zu sein scheint. Bei *Hydra aurantiaca* ist dieses Häutchen fest genug, um durch mehrere Reagentien, besonders Palladiumchlorür, in Lappen abgetrennt werden zu können.

Fig. 65.



Nesselzellen: 1. geladen; 2. im Augenblicke des Losschnellens; 3. nach Ausstossung der Kapsel und des Fadens. *a* Cnidocil der Zelle; *b* Zelle mit dem Protoplasmapolster *c*, dem Kerne *d* mit seinem Kernkörperchen und dem nach innen verlängerten Basalfaden *h*; *e* Nesselkapsel; *f* aufgerollter; *g* ausgestossener Nesselfaden. (Nach Jickeli).

Ectoderm. Es besteht aus mehreren Arten von Zellen.

a. Nesselzellen oder Nematocysten (Fig. 65). Man sieht sie in Thätigkeit, wenn die *Hydra* eine Beute fasst. Die Arme bedecken sich mit Kapseln, welche ihre Fäden herausgeschnellt haben, die von allen Seiten das gefasste Thier umfassen, es verwunden und bald unbeweglich machen. Die Nematocysten bestehen aus einer protoplasmischen Zelle *c* mit einem Kern *d*, welche nach dem Inneren sich durch mehrere feine, oft dichotome Fäserchen fortsetzt *h*, die mit den Längsmuskelfasern und auch mit den Nervenfasern des

Ectoderms in Verbindung treten. Die Verbindungsfäserchen sind von einer feinen, durchsichtigen und gleichartigen Scheide *b* umgeben, welche sich jenseits der kernhaltigen protoplasmischen Masse fortsetzt, um eine Art offenen, die Fadenkapsel enthaltenden Kelches zu bilden. Die Oeffnung des Kelches ist ziemlich eng und lässt auf einer Seite eine steife Borste, das Cnidocil *a* sehen, welches bei *H. grisea* sich in eine Art Streifen längs des Kelches fortsetzt. Die Fadenkapsel ruht unmittelbar auf dem Kissen von Protoplasma, welches den runden, mit einem Nucleolus versehenen Kern enthält. Diese Kapsel enthält den Faden *f*, welcher bald spiralförmig eingerollt, bald einfach in mehrere Schlingen eingefaltet ist. Bei der Reizung wird die ganze Kapsel mit ihrem losgeschnellten Faden ausgestossen, während der leere Kelch (3, Fig. 65) in der Epidermis sitzen bleibt. Man unterscheidet insbesondere zwei Arten Nematocysten: grosse, welche zum Haschen der Beute losgeschnellt werden, und kleinere, welche besonders in der Nähe des Mundes liegen und in grosser Zahl im Augenblicke des Verschlingens auf die Beute gepflanzt werden. Der Nutzen dieser letzteren ist noch nicht hinlänglich erörtert.

Man findet stets in Bildung begriffene Nematocysten. Die Kapsel hat zuerst in gewissen Stadien die Form eines Kolbens, der Faden ist nach aussen gestreckt und erst später faltet er sich im Inneren der Kapsel zusammen.

b. Muskelzellen (Fig. 66): Sie bilden die bedeutendste Schicht des Ectoderms. Es sind grosse Blasenzellen, welche meistens eine, selten zwei eiförmige mit Kernchen versehene Kerne enthalten und je nach den Contractionszuständen sehr verschiedene Gestalten zeigen, aber einander stets so berühren, dass sie die äussere Fläche des Ectoderms bilden. In ihren Zwischenräumen sind die anderen Zellen eingelagert. Nach dem Inneren zu werden diese Zellen etwas dünner, und setzen sich meistens in eine ziemlich dicke, manchmal in mehrere Fasern fort, die schliesslich in Längsmuskelfasern übergehen, welche in der Tiefe des Ectoderms eine fast ununterbrochene Schicht bilden, die unmittelbar der Stützlamelle anliegt. Die Fasern erscheinen etwas knotig und nicht glatt, wie diejenigen der Nervenzellen. Dieser Muskelschicht ist unstreitig vorzugsweise die Contractilität des Leibes zuzuschreiben.

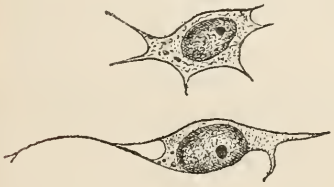
Fig. 66.

Muskelzellen mit Kernen und Muskelfäden. (Nach Jickeli).

Kleinenberg glaubte, dass diese Muskelfasern der Epithelialzellen zugleich nervöser Natur seien. Daher die Theorie der neuromusculären Fasern, welche einige Zeit angenommen wurde, heute aber nicht mehr stichhaltig ist, seitdem man besondere Nervenzellen entdeckt hat.

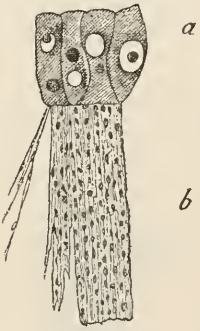
c. Nervenzellen (Fig. 67). Sie lassen sich bei den Hydren nur sehr schwer nachweisen; man muss andere Polypen, z. B. *Eudendrium*, wo sie besser charakterisirt sind, studirt haben, um sie leicht erkennen zu können. Es sind blasse, wenig körnige, polygonale Zellen mit grossen eiförmigen Kernen und deutlichen Kernkörperchen, welche mehrere, bis auf sieben, in ausserordentlich feine secundäre Fäserchen endende Fortsetzungen aussenden. Diese multipolaren Ganglienzellen sind oft in Zusammenhang mit in Bildung begriffenen Nematocysten und

Fig. 67.



Multipolare Nervenzellen mit Kern, Kernkörperchen und fadenförmigen Ausläufern. (Nach Jickeli).

Fig. 68.



Durchschnitt durch die Fussscheibe. *a* Endodermzellen mit Kernen und Vacuolen, *b* Klebzellen. (Nach Jickeli).

man hat bestätigen können, dass die Nervenfäserchen mit den Nematocysten in Verbindung bleiben. Anderseits hat Rouget innere Endungen der Fäserchen nachweisen können, welche zweifellos Geflechte bilden und sich zu der Muskelschicht begeben.

d. Drüsenzellen (Fig. 68, *b*). Man könnte sie auch Klebzellen nennen. Sie sind hauptsächlich in der Fussscheibe entwickelt, und sind augenscheinlich eine Veränderung der Muskelzellen, was durch die Thatsache bewiesen wird, dass die Muskelzellen der Arme ein ähnliches Aussehen annehmen, wenn man die *Hydra* zwingt, sich mit den Armen anzuheften, indem man sie verhindert, sich mit dem Fusse festzusetzen. Diese Klebzellen sind länglich, fast cylindrisch, enden nach innen in Muskelfasern und sind mit einem klebrigen Protoplasma gefüllt, das dicht gedrängte Körnchen enthält, die sich in längliche Reihen ordnen und dem Inhalt ein streifiges Aussehen geben. Diese Körnchen verhüllen den wie in den Muskelzellen gebildeten Kern. Die Streifung des Protoplasmas geht bis zur Trennung in Fäserchen, welche an der Glasscheibe anhängen, auf der eine *Hydra* sich festgesetzt hat, und da-

selbst theilweise kleben bleiben, so dass man dann die Faserung und die an einander gereihten Körnchen sehen kann.

e. Interstitielles Gewebe. Ganz kleine körnige Zellen sind oft gruppenweise in den Zwischenräumen zwischen den anderen Bestandtheilen vereinigt und zeigen oft Sprossungsvorgänge. Sie sind augenscheinlich der Mutterboden für die anderen Zellen.

Mesoderm. Es ist in Form einer dünnen glasartigen Stützlamelle entwickelt, an welcher auf beiden Seiten die Muskelschichten angeschmiegt sind. Feine Muskelfasern durchziehen in querer Richtung diese Lamelle und setzen auf diese Weise die Muskelschichten des Ectoderms und des Endoderms mit einander in Verbindung.

Endoderm. Es besteht gleichfalls aus mehreren Arten Zellen.

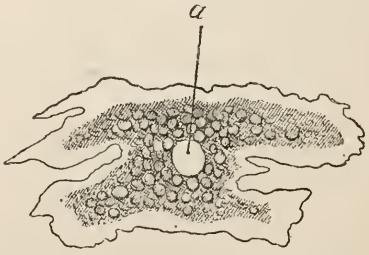
a. Nematocysten wie im Ectoderm gebildet, aber viel seltener. Man hat behauptet, dass diese seltenen Nematocysten von den Armen herrühren, welche die Hydren manchmal in ihre Magenhöhle zu stecken pflegen; aber man kann sich überzeugen, dass sie sich im Endoderm bilden.

b. Muskelzellen (Fig. 69). So wie diejenigen des Ectoderms gestaltet, nur höher, körniger, mit dickeren Kernen und mit einer oder

Fig. 69.

Endodermzellen mit Nährstoffen gefüllt. Sie zeigen den Wimperbesatz der Oberfläche. (Nach Jickeli).

Fig. 70.



Amoebenartiges Ei. *a*, Kern.

mehreren Wimpercilien versehen, welche in der ganzen Leibeshöhle eine rotatorische Bewegung der feinen Theilchen unterhalten, die Wimpern sind sehr zart und lassen sich nur bei dem lebenden Thiere zur Anschauung bringen. Die Zellen endigen wie im Ectoderm mit knotigen Muskelfasern, die eine feine, an der inneren Fläche des Mesoderms angelagerte Schicht bilden. Sie enthalten oft von der Nahrung herrührende Granulationen.

Man hat keine Nervenzellen im Endoderm bemerkt.

c. Drüsenzellen. Es giebt deren zwei Arten. Erstens grosse längliche, conische Zellen, in kurze Fasern am Grunde endend, die an

der freien Oberfläche sich ausweiten. Sie finden sich besonders am Eingang der Magenhöhle, unmittelbar unter dem Munde. Sie sind von einem schwammigen Protoplasma gefüllt und ziemlich regelmässig zwischen den Muskelzellen angelegt. Sie nehmen gegen den Grund der Magenhöhle allmählich an Zahl und Umfang ab und gehen hier in die zweite Form über.

Die Drüsenzellen des Grundes der Magenhöhle (*a*, Fig. 68) sind eiförmig und enthalten ausser dem Kern ein dichtes und feinkörniges Protoplasma und meist eine klare und gut umschriebene Vacuole, in welcher sich eine kleine Anhäufung von Concretionen findet. Wahrscheinlich werden diese Concretionen zuweilen ausgestossen.

Aus dieser histologischen Analyse geht hervor, dass Endoderm und Ectoderm wesentlich aus den gleichen Formelementen bestehen, welche nur in gewissen Stellen verändert und specialisirt sind, was auch das berühmte Experiment Trembley's erklären würde, welcher, nachdem er eine *Hydra* wie einen Handschuh umgewendet hatte, sie noch fortleben und sich ernähren sah.

Zeugungsorgane. Diese Organe entwickeln sich in unbestimmten Epochen; bei unserer Art vorzugsweise im Herbst. Die Hoden sitzen an dem Vordertheile des Leibes, fast unmittelbar unter der Ansatzstelle der Fühler, in einer Zahl von 2 bis 20; die Eierstöcke in viel geringerer Zahl, gewöhnlich nur zwei oder drei bei unserer Art, bilden sich ungefähr in der Mitte des Leibes. Diese beiden Organe erscheinen zwar stets zu gleicher Zeit bei dem gleichen Individuum; doch entwickeln sich die Hoden ein wenig vor den Eierstöcken.

Die Hoden (*cd*, Fig. 64) werden auf Kosten der Zellen des interstitiellen Gewebes des Ectoderms gebildet, welche an beschränkten Stellen zu knospen beginnen, sich durch Theilung vervielfältigen und schliesslich in kleine, körnige und amoeboïde Zellen von unregelmässiger Form übergehen. Diese Zellen vereinigen sich zu einer scheibenförmigen Anhäufung mit unregelmässigen Umrissen, welche auf der Aussenfläche eine flache Erhöhung in Form eines Schildes von weisser Farbe bildet (*c*, Fig. 64). Diese Erhöhung nimmt durch Ansammlung von Flüssigkeit im Inneren zu und schliesslich nimmt der reife Hoden (*d*, Fig. 64) die Form einer konischen Warze an, welche in eine oder zwei Spitzen endet. Die Muskelzellen, welche ursprünglich den scheibenförmigen Kuchen deckten, verschwinden durch den Druck bis auf einen solchen Grad, dass schliesslich von denselben nur eine dünne plasmatische Schicht übrig bleibt, in welcher man die Wände der Zellen nicht mehr erkennt. — Während dieser Zeit sind die spermatogenen Zellen wichtigen Veränderungen unterworfen worden. Es bilden sich an ihnen einige stark lichtbrechende Körperchen. Der Inhalt, zuerst körnig, wird hell und die Zelle verwandelt sich, indem sie

eine Geisel ausbildet, in ein Samenkörperchen mit lichtbrechendem, kugelartigem Kopf, und langem, beweglichem Schwanze.

Der Hoden entleert sich durch eine am Gipfel der Warze angebrachte Oeffnung. Die Auslassung der Zoospermen geschieht nicht mit einem Male, sondern in wiederholten Ausbrüchen, in deren Zwischenzeit die Oeffnung sich wieder schliesst.

Die Eierstöcke (*ik*, Fig. 64) entwickeln sich wie die Hoden auf Kosten der Zellen des interstitiellen Gewebes des Ectoderms. Bei unserer Art bilden sich gewöhnlich mehrere zugleich. Die Zellen proliferiren, ihre Kerne werden bedeutend grösser, sind nur von einer schwachen Protoplasmaschicht umgeben und durch Vereinigung der Zellen bildet sich ein länglicher, aus einer einfachen Schicht von Zellen bestehender Kuchen. Der Kuchen wächst, besonders an den beiden Enden; die in der Mitte befindlichen Zellen werden bedeutend grösser, nehmen eine strahlige Anordnung an und lassen sich schon mit nacktem Auge durch ihr weisses und milchiges Aussehen bemerken. Der Kuchen, in der Mitte dünner, hat in diesem Stadium ungefähr 1 mm Länge und 0,25 mm Breite und hebt die Muskelzellen in Form eines Schildes (*i*, Fig. 64). Bis dahin lässt sich das Ei noch nicht unterscheiden; aber von dem Augenblicke an geht eine der centralen Zellen den anderen in ihrer Entwicklung voraus, erhebt sich gegen die Oberfläche hin in Form eines Keiles und treibt unregelmässige, protoplasmatische Ausläufer, die sich erweitern und zwei lappenförmige Ausdehnungen bilden, welche im Centrum durch eine den klaren Kern und das sehr lichtbrechende Kernkörperchen enthaltende Masse vereinigt sind (Fig. 70). Augenscheinlich fettartige Körperchen häufen sich im Protoplasma, andere mit dicken Wänden und mit einer Art hervorragenden Stöpsel versehen, bilden sich ebenfalls und schliesslich, wenn es etwa einen Durchmesser von 1 mm erreicht hat, sieht das Ei wie eine grosse Amoebe mit gelappten, zweitheiligen Pseudopodien aus, die einen hellen Kern enthält und mit Nährstoffen gefüllt ist. Nun tritt eine Periode der Concentration ein. Die Pseudopodien verschwinden nach und nach, das Ei bildet eine Halbkugel, deren Wölbung nach der Oberfläche hin gerichtet ist; es trennt sich immer mehr ab, während seine von verschmolzenen und abgeplatteten Muskelzellen gebildete Hülle sich verdünnt, und schliesslich bildet es ein vorspringendes Ovoïd, welches auf einem ziemlich dicken durch die Fortsetzung der äusseren Schichte des Ectoderms gebildeten Stiele sitzt (*k*, Fig. 64).

Von dieser Zeit an wird die Hülle stets dünner auf der Wölbung des Eies, es bildet sich daselbst eine Oeffnung, durch welche die Zoospermen eintreten; die Dotterklüftung vollzieht sich und nachher folgt die Gestaltung des kugelförmigen Embryos in zwei Schichten, Endoderm und Ectoderm, dessen äussere Schichten nach Kleinenberg die Schale mit ihren verschiedenen Häuten bilden werden, welche Bil-

dung erst nach dem Austritt des Eies vor sich geht. Die weitere Entwicklung gehört der Embryogenie an.

Ausser der sexuellen Zeugung vermehren sich die Hydren noch durch Knospung (*l m n*, Fig. 64). Auf irgend einem Punkte des gastralen Theiles des Körpers bildet sich eine zuerst abgerundete und nachher cylindrische Ausstülpung der Leibeswand, in welcher die Gewebe dieser Wände keineswegs verändert sind. Es ist ein Blindsack der Magenhöhle. Wenn diese Ausstülpung einen gewissen Grad der Entwicklung erreicht hat, treibt sie auf ihrem freien und geschlossenen Ende allmählich mehrere hohle Zweige *l*, welche sich verlängern und Fühler oder Arme werden. Die Höhlung der Knospe *n* verkehrt frei mit der Leibeshöhle der Mutter, aber ihr freies Ende ist noch geschlossen, *m*. Sie öffnet sich durch Dehiscenz, indem sie den Mund bildet. Der Verbindungspunkt zwischen den beiden Leibeshöhlen der Mutter und der Knospe verengt sich; eine ringförmige Furche bildet sich, auf deren Fläche die beiden Höhlungen sich abschliessen und schliesslich trennt sich die Knospe durch den Fortschritt der Trennungsfurche. Gleich nach der Trennung ist die Leibeshöhle der Knospe auf der Seite des Fusses gänzlich geschlossen. Die Zeugung von Knospen steht in directem Verhältnisse zu der Ernährung der *Hydra*. Wenn diese sehr reichlich ist, können sich in kurzen Zwischenräumen bis auf fünf Knospen zu gleicher Zeit bilden, welche vor ihrer Trennung mit der Mutter eine wahre Kolonie bilden, die man ziemlich lange in diesem Zustande aufbewahren kann, indem man die Hydren ohne Nahrung lässt. Bei gut genährten Thieren vollzieht sich der ganze Cyclus der Knospung in zwei oder drei Tagen.

Aurelia aurita, welche von uns als Typus der Medusenform gewählt worden ist, gehört der Ordnung der Acraspeden oder phanerocarpen Medusen an, die von derjenigen der Craspedoten oder cryptocarpen Medusen unterschieden ist durch die Bildung von Lappen auf den Rändern der Umbrella oder des Schirmes, in der Zahl von vier oder deren Multiplen, durch die Anwesenheit von Gastralfilamenten, welche in den gedeckten Höhlungen liegen, wo sich die vom Endoderm herrührenden Zeugungsorgane finden, durch die Anwesenheit von randständigen Sinneskörpern, welche meistens von besonderen Deckbildungen überwölbt sind, durch die Abwesenheit eines differenzirten Nervenringes und eines eigentlichen Volums und durch ihre Abstammung, indem sie sich entweder direct aus Eiern entwickeln oder indirect von stets vereinzelten und Strobilen bildenden, Scyphistomen genannten Polypen erzeugt werden.

Der Schirm der Acraspeden ist in den meisten Fällen schwach gewölbt, nur manchmal ziemlich erhaben, so dass er eher eine tiefe Glocke bildet (*Cubo-medusen*, *Charybdaea*). Die stets aus glasartigem Stoffe gebildete Scheibe des Schirmes kann bei den grossen Arten (*Rhizostoma*) die Dichtigkeit des Knorpels annehmen, und in den meisten Fällen findet man in dieser Masse zerstreute Fasernetze, verschieden geformte, verzweigte oder proliferirende Zellen, welche das Ergebniss einer Einwanderung, besonders vom Endoderm her zu sein scheinen. Die Theilung des Randes in Lappen, zwi-

schen welchen die Sinneskörper angelegt sind, ist allen Acraspeden gemein; sie ist indess bei den Cubosomen gänzlich verwischt, indem die vier, acht oder sechszehn ursprünglichen Lappen des Schirmes durch Zusammenfliessen und Wachsen in die Länge eine vollständig zusammengezogene Glocke bilden, welche einem contractilen Velum gleicht, wie es bei den Craspedoten vorkommt. Um diese gewöhnlich von Zweigen der gastro-vasculären Canäle durchzogene Bildung von dem eigentlichen Velum der Craspedoten zu unterscheiden, in welchem sich niemals solche Canäle finden, hat man sie *Velarium* genannt. Indessen entspricht das durchsichtige, vorspringende und gefässlose, ringförmige *Velarium* der Aurelien, welches freilich nicht wie das Velum der Craspedoten entwickelte Muskelfasern besitzt, gänzlich durch seine Lage unterhalb der Fühler einem unvollständigen Velum, so wie die Schutzlamellen der Aurelien durch ihre Lage den Kragenlappen gewisser Craspedoten entsprechen. Die Zahl der Lappen variirt sehr; in den meisten Fällen findet man acht, aber diese Zahl kann bedeutend durch die Multiplication der ursprünglichen Zahl vermehrt werden. Die Fühler, ursprünglich in der Zahl von acht bei den meisten Acraspeden mit Ausnahme einiger (*Cubomedusen*), können sich bedeutend vervielfältigen oder auch gänzlich verschwinden (*Rhizostomen*). In den meisten Fällen sind die Fühler vollkommen randständig; sehr selten wandern sie auf die Subumbrella (*Cyanea*) und noch seltener auf die Rückenfläche des Schirmes, die Exumbrella, wie dies in unserem Typus *Aurelia* der Fall ist. Sie sind stets einfach und hohl bei allen Acraspeden; ihr Canal ist eine Fortsetzung des gastro-vasculären Systems und mündet in den meisten Fällen unmittelbar in den ringförmigen Randcanal. Sie sind stets sehr zusammenziehbar und zeigen im Ectoderm Epithelialzellen, Nesselzellen, eine starke Muskelschicht aus Längsfasern gebildet, eine dünne Stützlamelle und die vom Endoderm herrührende Wimperbekleidung des inneren Canals. Die Nematocysten sind auf sehr verschiedene Weise vertheilt; in ring- oder warzenförmigen Gruppen, in Endsträussen oder zerstreut. Eine gleiche Vertheilung findet auf der Exumbrella statt, wo die Nematocysten oft Warzen, strahlenförmige Flecken bilden u. s. w. Die randständigen Sinneskörper bieten zahlreiche Variationen, sind aber doch stets nach dem gleichen Grundtypus gebaut, welcher ohne Zweifel, wie es der centrale gastro-vasculäre Canal beweist, von einem umgewandelten Fühler herzuleiten ist. Sie sind gewöhnlich in der Zahl von acht; einige haben deren zwölf (*Polyclonia*), andere sogar 16 (*Phacellophora*). Die Schutzorgane, Lappen, Helme u. s. w. haben sehr verschiedene und charakteristische Formen und können zuweilen in solchem Grade zusammenwachsen (*Pelagia*), dass sie eine nach aussen geöffnete Tasche bilden, in derem Grunde das Sinneskörperchen in Form einer Keule liegt. In der Gestaltung des randständigen Sinneskörpers ist der Otolithensack, bis zu welchem der Blindsack des gastro-vasculären Canals reicht, das beständigste Organ, er findet sich immer vor; die Otolithen selbst sind es nur, welche ihrer Form, Dicke und Vereinigung nach variiren. In gewissen Fällen sind sie zu einer krystallinischen, runden und glatten Kugel vereinigt; in anderen Fällen bilden sie einen mit Krystallspitzen besetzten Haufen. Das Sehorgan im Gegentheil zeigt stufenförmige Umwandlungen, von dem Zustande eines zerstreuten Pigmentsfleckens, wie wir es bei der *Aurelia* finden, bis zu einem mehr concentrirten Flecken, der von einem lichtbrechenden Körper, einer Linse, überwölbt (*Nausithoe*), von der otolithischen Keule getrennt und auf ein besonderes Nervenpolster gelagert ist, und schliesslich bis zur Ausbildung von sechs Augen (*Charybdaea*), deren zwei, grösser als die anderen und mit einer Krystalllinse, einem Glaskörper, einer pigmentirten Choroidea und einer von Nervenstäbchen gebildeten Netzhaut versehen sind. Diese Augen sind auf der glei-

chen angeschwollenen Keule angebracht, welche auch den mit einem kugeligen Otolithen versehenen Gehörsack trägt. Das Nervenepithelium, welches die beiden Grübchen der *Aurelia* deckt, ist auch sehr veränderlich. Oft ist es nur in dem oberen Grübchen entwickelt; in anderen Fällen (*Charybdea*) fehlt es gänzlich und wird von einem einfachen Pflasterepithelium ersetzt.

Die *Subumbrella* der Acraspeden zeigt stets die Muskelfasern am Rande zu einem Muskelring vereinigt, welcher sehr bedeutend werden und sich in das Mesoderm so einsenken kann, dass er auf demselben durch seine Bündel ringförmige Runsen und Rinnen erzeugen kann. Das Nervensystem lässt nur in einem einzigen Falle (*Charybdea*) einen wahren, in dem Umkreise des Schirmes entwickelten Nervenring sehen, welcher den randständigen Körperchen und den vier Fühlern gegenüber ganglienartige Anhäufungen bietet, was einen offenbaren Uebergang zu den Craspedoten darstellt. Bei den anderen Acraspeden scheint das Nervensystem stets zerstreut und nähert sich durch seine netzartige Anlage derjenigen, welche bei der *Aurelia* beschrieben worden ist.

Die Arme offenbaren sich überall als Fortsetzungen der vier Winkel des Mundes. Sie können gänzlich fehlen, so dass der kreuzförmige Mund kaum von einer vorspringenden Lippe (*Charybdea*) umgeben ist, in deren Winkeln die Gastralfilamente sitzen, oder sich übermässig entwickeln, indem sie sich an ihrer Basis vereinigen, um einen sehr dicken Stiel zu bilden, welcher nur an seinem Ende lappenförmige Ausdehnungen bildet (*Floscula*). Wenn in den meisten Fällen die Arme die einfache Organisation wie bei *Aurelia* zeigen, so unterabtheilen sie sich in anderen Fällen, verzweigen sich und werden breite, auf ihren Rändern gefaltete Blätter, wie Krautblätter (*Cyanea*). Die grösste Complication der Arme zeigt sich bei den Rhizostomiden, wo, in Folge der Umbildung ihrer Rinnen in Canäle, sowie des Verschlusses des Mundes und des Zusammenwachsens der sie durchlaufenden gastro-vasculären Canäle, sie eine Menge secundärer Saugmündungen zeigen. Bei den Rhizostomiden giebt es auch oft secundäre, an der Basis zusammengewachsene Armzweige. Die Bewaffnung der Arme ist sehr veränderlich. Bald sind die Nematocysten daselbst ziemlich selten, in anderen Fällen im Gegentheil giebt es Anhäufungen, Wülste und mit Nesselorganen besetzte Knöpfe und in gewissen Fällen findet man Verlängerungen oder besondere mit Nematocysten bewaffnete Seitenfäden. Die Ränder der auf der Bauchfläche der Arme gebildeten Rinnen sind gewöhnlich mit kleinen Fühlern versehen welche man mit dem Namen Digitellen bezeichnet hat, um sie von den Fühlern des Randes des Schirmes zu unterscheiden, und welche oft bis in die Mundwinkel und sogar in die Mundhöhle sich fortsetzen.

Der Mund ist stets kreuzförmig bei den Acraspeden und setzt sich in eine mehr oder minder verlängerte, manchmal sehr enge Magenhöhle fort. Er ist stets einfach bei den jungen Thieren, aber er ist bei den Rhizostomiden einer merkwürdigen Umwandlung unterworfen, indem die Ränder der zweitheiligen Arme stellenweise allmählich mit einander verwachsen, um kurze Canäle zu bilden, welche sich trichterförmig nach aussen öffnen. Da der ursprüngliche Mund sich zu gleicher Zeit durch Verwachsung schliesst, so wird er durch dieses mit vielfachen Mündungen versehene Röhrensystem der Arme ersetzt. Oft bilden bei dieser Umbildung die distalen Enden der Arme noch secundäre, offene Taschen, welche eine Verdauungsvorrichtung zu haben scheinen und in welche eine gewisse Anzahl von Oeffnungen einmünden.

Die Magenhöhle, welche stets vierwinklig ist, kann die Form eines verlängerten Prismas oder einer abgeflachten Linse haben.

Aus dem Grunde dieser bei den Jungen stets geräumigen Höhlung gehen ursprünglich bei allen Ephyren acht strahlenförmige, breite und geräumige, vereinzelte Canäle aus, von welchen vier den Mundwinkeln, vier andere den Wänden des Mundvierecks entsprechen und welche sich unmittelbar zu den acht randständigen Körperchen begeben. In dem Maasse wie der Schirm sich ausbildet, werden diese Canäle durch den Ringcanal des Randes vereinigt, welcher nur bei den Pelagiden fehlt, wo die sehr breiten und in Taschen umgewandelten Canäle durch dünne Scheidewände getrennt sind. Zu gleicher Zeit erweitern sich am Grunde die vier interradiären Canäle, um die Geschlechtstaschen zu bilden.

Das ist die typische Anordnung, welche aber selten in ihrem ursprünglichen Zustande erhalten bleibt. Die strahlenden Canäle können sich ins Unendliche vervielfältigen, bis sie endlich, wie z. B. auf der Subumbrella der Rhizostomiden, ein einem Capillarnetze ähnliches Netz mit dicken Maschen und umschriebenen Inseln dazwischen bilden. Wir können in diese Einzelheiten nicht eingehen.

Die Gastralfilamente finden sich in ihrer ursprünglichen Stellung in der Mundhöhle nur bei den Charybdeiden, bei allen anderen Acraspeden sind sie in den Geschlechtstaschen versteckt und mit letzteren innig verbunden. Sie fehlen bei den Craspedoten und entsprechen morphologisch den Mesenterialfäden der Anthozoen. Ihre Zahl und ihre Grösse wechseln vielfältig.

Die Geschlechtsorgane finden sich gewöhnlich in der Vierzahl, können sich aber in einigen Fällen verdoppeln (*Cassiopea*). Obgleich stets nach dem gleichen Typus entwickelt, bieten sie dennoch bedeutende Unterschiede in Bezug auf ihre Verhältnisse zu der Subumbrella einerseits und der Magenhöhle anderseits. Die im Mesoderm eingegrabenen und von einer durchlöcherten Lamelle überdeckten Geschlechtshöhlen können manchmal gänzlich fehlen (*Nausithoë*), in anderen Fällen können die Zugangsöffnungen für das Wasser so gross sein, dass die Höhlungen nur einen schwachen Rand bieten und die Geschlechtsbändchen bruchartig durch die Oeffnung hervortreten. Bei den Cubomedusen endlich (*Charybdea*), wo strahlige Zwischenwände sich an der Subumbrella entwickeln, sind die Geschlechtsbänder am oberen Winkel dieser Scheidewände angeheftet und durch Axenblätter vom Mesoderm aus unterstützt, so dass sie einige Aehnlichkeit mit der Organisation der Anthozoen bieten.

Die Eier verwandeln sich stets in eine Wimperplanula, die aus zwei Schichten, Ectoderm und Endoderm, zusammengesetzt ist. Nachdem sie eine Zeit lang umhergeschwommen sind, werden sie durch die Bildung eines Mundes, der an dem Pole entsteht, welcher dem Festsetzungspunkte entgegen gesetzt ist, zu einer secundären *Gastrula*. Nach dieser Festsetzung werden die Gastrulen durch die Entwicklung von Armen und von vier länglichen Gastralwülsten, welche den Mesenterialfalten der Anthozoen entsprechen, zu *Scyphistomen*. Diese Polypen vermehren sich durch Entwicklung von Knospen auf den Stolonen ihrer Basis. Erst nach dieser Knospenbildung, welche unausgebildete Kolonien darstellt, werden die Polypen durch Quertheilung *Strobilen*. Aus diesen Quertheilen gehen die *Ephyren* oder jungen Medusen hervor. Die Pelagiden allein sind von dieser Zeugungsart ausgeschlossen, indem sie keine Scyphistomen erzeugen, sondern freie Larven in Form von Glocken, welche durch allmähliche Abflachung sich in Ephyren verwandeln. Das ist augenscheinlich die ursprüngliche bei dieser Familie erhaltene Art der Fortpflanzung, die vielleicht auch bei den Cubomedusen Platz greift, deren Ontogenie noch nicht beobachtet worden ist.

Die Craspedoten oder cryptocarpen Medusen bieten bedeutende Unterschiede.

Die Scheibe ist von einem fast stets homogenen Mesoderm gebildet, welches auf der unteren Fläche sich in einen einzigen soliden Stiel verlängern kann, der an seinem Ende den Mund und die Magenhöhle trägt (Geryoniden), aber niemals die vier charakteristischen, mit Rinnen versehenen Arme bildet, wie dies bei den Acraspeden der Fall ist. Die Nematocysten sind eher selten auf der gewölbten Seite des Schirmes, manchmal vereinigen sie sich an dessen Rand, um einen wahren Nesselwulst zu bilden, welcher besonders den Nervenring des Randes beschützt.

Um den Rand des Schirmes entwickelt sich ein nach innen eingebogener, von einer feinen Lamelle des Mesoderms gestützter Umschlag, der einem breiten Saume verglichen werden kann, mit mächtigen kreisförmig gelagerten Bündeln gestreifter Muskelfasern versehen ist und das Velum genannt wird; durch seine Zusammenziehungen verringert dieses Velum die Oeffnung der Glocke und dient so zum Schwimmen. Die gastro-vasculären Canäle dringen niemals in dieses Velum ein, was es in einigen Fällen wenigstens vom Velarium gewisser Acraspeden unterscheidet. Wenn bei den Aurelien das Velarium auch keine Canäle hat und wenn es durch seine Lage durchaus homolog mit dem Velum der Craspedoten ist, so unterscheidet es sich doch von demselben, wie wir gesagt haben, durch die Abwesenheit von Muskelfasern. In vielen Craspedoten durchsetzen strahlige Muskelbündel, welche die gastro-vasculären Canäle der Subumbrella begleiten, die ringförmigen Muskelbündel des Velums. Diese Bündel entstehen im Centrum der Subumbrella und in den Fällen, wo ein Stiel entwickelt ist, setzen sie sich auf denselben fort, indem sie ihm eine grosse Beweglichkeit verleihen.

Die Fühler, welche stets ausserhalb des Velums und manchmal ziemlich hoch auf dem Schirm sitzen, sind der Zahl und der Gestaltung nach sehr veränderlich. Die einen sind, wie diejenigen der Acraspeden, von einem mit Endodermzellen bekleideten gastro-vasculären Canal durchzogen, die anderen im Gegentheil sind massig und ihre Axe ist von einer Säule von Endodermzellen gebildet, welche durch ihre Festigkeit, ihr gesterntes Protoplasma und ihre Kerne manchen Knorpelzellen gleichen. Diese Säulen können sich in die Scheibe bis zu dem Centrum derselben fortsetzen und so die Festigkeit des Schirmes vermehren. Man hat sie Mantelspangen genannt. Die Fühler können einfach oder verzweigt sein und sind oft mit Nesselknöpfen besetzt oder beendigt (*Cladonema*, *Dendronema*). In anderen Fällen (*Pteronema*, *Sagittaria*) sind diese Nesselknöpfe durch secundäre zusammenziehbare Stielchen auf den sehr langen Fühlern befestigt, welche auf diese Weise eine grosse Aehnlichkeit mit den Fangfäden der Siphonophoren erhalten.

Die Zahl vier und deren Multipel acht sind bei den Craspedoten vorherrschend. Es giebt aber welche (Geryoniden), bei denen die Zahl sechs die strahlige Anordnung bestimmt.

Das Nervensystem unterscheidet sich von demjenigen der Acraspeden durch die Anwesenheit eines ringförmigen, am Rande des Schirmes liegenden Stranges, welcher durch die Einfügung des Velums in zwei concentrische Theile getrennt ist, einen oberen und einen unteren Ringnervenstrang. Diese beiden Stränge zeigen keine bedeutenderen Ganglienanschwellungen; wenn sie gleich aus Nervenfasern und Ganglienzellen gemischt sind, so zeigen sie doch einfache Form ohne Knoten. Wenig deutlich und von abgeplatteter Form bei den Aequoriden wird der obere, auf der Stützlamelle des Velums liegende Strang sehr sichtbar bei den Geryoniden, wo er mit länglichen cylindrischen Zellen besetzt ist, welche an der Oberfläche mit einer steifen Wimper enden und die man als Sinneszellen betrachten kann. Die Nervenfasern, welche

diesen Strang bilden, sind ausserordentlich fein und man findet daselbst nur wenige Nervenzellen mit ebenfalls sehr feinen Verlängerungen.

Der untere, zwischen den Muskelschichten des Velums und der Subumbrella liegende Strang zeigt dagegen sehr dicke Nervenfasern und massenhafte, auf ihrer Oberfläche häufig warzige Nervenzellen, oft in bedeutender Zahl. Man findet auch Sinneszellen mit steifen Borsten, die aber zwischen einem Pflasterepithelium dünn gesäet sind. Weitmaschige Netze von Nervenfasern, hier und da mit Ganglienzellen gemischt, sind, wie bei den Acraspeden, auf der Subumbrella und den anderen Organen verbreitet, mit Ausnahme des Velums, wo sie gänzlich zu fehlen scheinen.

Sinneszellen, zweifellos Tastzellen, manchmal mit sehr langen steifen Wimpern besetzt, finden sich ausser an den angegebenen Orten noch am Rande der Scheibe (*Aglaura*), wo sie kammartige Gruppen bilden, oder auf den Endknöpfen der Arme (*Rhopalonema*).

Die Randkörperchen lassen sich in Sehorgane oder Ocellen und Hörorgane unterscheiden. Diese beiden Arten specifischer Sinnesorgane schliessen sich gegenseitig aus, so dass man die Craspedoten in Ocellaten und Vesiculaten unterschieden hat.

Die Augenflecken (Ocellen) sind ursprünglich nur Gruppen von Sinneszellen, welche mit Pigmentzellen umhüllt und an der gewöhnlich angeschwollenen Basis der Fühler, je nachdem diese Fühler hängend oder aufgerichtet getragen werden, so angebracht sind, dass sie stets nach aussen schauen. Eine fernere Organisation lässt sich bei einer gewissen Anzahl von Craspedoten bemerken (*Lizzia. Eleutheria, Cladonema*), bei welchen sich im Centrum der strahlig gruppirten Sinneszellen ein lichtbrechender und vorspringender Körper findet, den man als Linse bezeichnen kann.

Die Hörorgane finden sich oft in sehr grosser Anzahl und unmittelbar auf einem der beiden Nervenringe am Rande des Schirmes aufgesetzt. Sie sind stets durch dem Endoderm entstammende in zwei verschiedenen Richtungen modificirte Zellen gebildet. Die einen sind Bläschen mit dichten Wänden und an der Wand angeheftetem Kern, welche eine Flüssigkeit und eine gewöhnlich sphärische oder eiförmige Concretion aus Kalk, einen Otolithen enthalten, welcher am distalen Ende der Zelle in der Weise befestigt ist, dass der grösste Theil seiner Peripherie frei in die Höhlung des Bläschens vorspringt. Die Hörzellen sind in Form eines Bandes abgeflacht, setzen sich nach innen vermittelst einer Faser in den Nervenring fort und tragen auf der entgegengesetzten Seite eine bald kurze und dicke, bald sehr lange und feine, um die Oberfläche des otolithischen Bläschens gebogene Wimper. Diese Bestandtheile finden sich überall, aber in verschiedener Weise ausgebildet und complicirt. — Die erste Form besteht aus Grübchen an der inneren Fläche des Velums, welche warzenförmige Erhöhungen auf der oberen Fläche desselben bilden. Im Grunde dieses Grübchens finden sich in Reihen angeordnet die Otolithen enthaltenden Zellen, welche von Hörzellen umgeben und von einem aus dickwandigen Zellen gebildeten Pflasterepithelium überdeckt sind (*Microsoma, Tiaropsis*). — Durch die mehr oder minder vollständige Schliessung dieser offenen Grübchen bildet sich ein secundäres Bläschen, auf dessen Grunde sich ein Polster von Hörzellen findet, während die otolithischen Zellen in mehr oder minder bedeutender Zahl an den Wänden des Bläschens angeheftet sind (*Aequorea, Octorchis*). Bei anderen (*Aegina, Cunina*) werden die secundären Bläschen auf mehr oder minder langen festen Stielchen getragen und bilden auf diese Weise frei in das Wasser hängende Keulen. — Schliesslich bei den Geryoniden (*Rhopalonema, Geryonia, Carmarina*) wird diese Keule allmählich von Erhöhungen der Scheibe umgeben und von der Masse derselben ganz eingeschlossen. In diesen letzten Fällen betheiligt sich das Endoderm der

gastro-vasculären Canäle an der Bildung der Keulen, welche sich also morphologisch denjenigen der Acraspeden anschliessen. Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf die Schrift der Brüder Hertwig.

Das gastro-vasculäre System der Craspedoten ist überhaupt viel einfacher als dasjenige der Acraspeden. Die Rinnenarme fehlen überhaupt in den meisten Fällen; indess zeigt der Mund der ursprünglichen Zahl der Strahlen entsprechende winklige Formen. In vielen Fällen nehmen die Mundlippen eine complicirtere Bildung an, indem sie sich als mehr oder minder gefaltete Blätter, als einfache oder baumförmig verzweigte Fäden entwickeln und alle diese Theile sind alsdann stark mit Nesselkapseln besetzt. Das Magenrohr, welches manchmal fast gänzlich verwischt ist (*Aequorea*), kann in anderen Fällen sich unmässig verlängern und einen im Centrum der Glocke aufgehängten Schwengel darstellen (*Sarsia, Lizzia*). Man darf diese Gestaltung, wo das Magenrohr stets im Centrum hohl ist und zu gleicher Zeit eine Erweiterung am distalen Ende bietet, nicht mit derjenigen der Geryoniden verwechseln, wo der oft sehr beschränkte Magen sich am distalen Ende eines massiven, aber beweglichen Stieles findet, welcher eine Fortsetzung der Scheibe des Schirmes bildet, auf deren Peripherie die gastro-vasculären Canäle, welche im Grunde der Magenhöhle entspringen, zu der Subumbrella hinaufsteigen. Manchmal verlängert sich dieser Stiel im Centrum des Magens zu einer Art Stachel (*Glossocodon*). Zuweilen (*Cunanthis, Aegina*) bietet der Magen im Grunde strahlige Taschen; aber in den meisten Fällen gehen die gastro-vasculären Canäle unmittelbar aus dem Grunde der Magenhöhle hervor, um sich direct zu dem Rande des Schirmes zu begeben, wo sie in einen Ringcanal münden, welcher nur selten fehlt (*Solaris*). In den meisten Fällen sind die strahligen Canäle einfach, ohne Verzweigungen und Erweiterungen und auf die ursprüngliche Zahl der Strahlen beschränkt, nämlich vier oder sechs. Bei anderen findet man acht oder durch Multiplication eine sehr beträchtliche Zahl (*Aequoriden*). Manchmal (*Berenice, Willia*) sind die Canäle dichotom verzweigt oder sogar gefedert (*Ptychogena*).

Die Geschlechtsorgane stellen einen wesentlichen Unterschied mit den Acraspeden her. Sie scheinen stets vom Ectoderm erzeugt zu sein, sind niemals in speciellen, von der Scheibe der Subumbrella überdeckten Höhlen eingeschlossen und bieten meistens Wülste oder Warzen, selten Faltungen oder Bänder, welche entweder auf dem Magenrohr, vorzugsweise an dessen Grund, oder auf den hauptsächlichen strahligen Canälen angelegt sein können. In einigen Fällen (*Olindia, Tima*) senken sich diese Anhäufungen mit einem Theile ihrer oberen Fläche in die Subumbrella ein; in anderen (*Trachynemiden, Eucope*) bilden sie Hügel oder selbst vorspringende Säcke. Die Producte entleeren sich durch Dehiscenz direct nach aussen. Die Geschlechter sind stets getrennt. Die Eier werden Planulen, welche sich zu Hydrarpolypen entwickeln, während bei den Geryoniden und Aeginiden das Ei sich direct in eine Meduse verwandelt, aber nicht ohne bei den ersteren einer Art Larvenumwandlung unterworfen worden zu sein.

Ausser der sexuellen Zeugung zeigen gewisse Craspedoten eine Vermehrung durch Knospung. Die stets medusoïden Sprossen können je nach den Gattungen und den Arten auf dem Mundrohre oder auf jedwedem anderen Theile des gastro-vasculären Systems, den strahligen Canälen, dem Ringcanal und vorzugsweise auf den letzteren an der Grundlage der Fühler gebildet werden. Mit dieser Knospenbildung, deren Erzeugnisse stets die äusseren Flächen besetzen, darf man nicht die Erscheinung eines sonderbaren Parasitismus verwechseln, welchen man bei den Geryoniden bemerkt. Die Planulen von *Cunina* dringen bei diesen Medusen in den Magen ein und bilden daselbst Aehren, auf welchen junge *Cuninen* knospen, die sich später loslösen.

Die Sprossung der jungen Medusen auf mütterlichen Individuen gleicher Form führt direct zu der Knospung der mehr oder minder entwickelten Medusen auf Hydrarpolypen. Meistens ist diese Thatsache mit dem Polymorphismus der eine Kolonie bildenden Individuen verbunden, obgleich in anderen Fällen dieser Polymorphismus von der Geschlechtsverrichtung mehr oder minder unabhängig ist.

Wir müssen hier in die Behandlung der polypoiden Formen eingehen, von welchen die Hydra uns ein typisches, wenngleich sehr niedrig organisirtes, Beispiel gegeben hat. In den meisten Fällen zeigen die Hydrarpolypen eine verwickeltere Organisation, insofern Kolonien durch Sprossung gebildet werden, welche gewöhnlich aus wenigstens zweierlei Individuen zusammengesetzt sind, den Hydranten, oder Nährindividuen und den Gonophoren oder Geschlechtsindividuen. Diese Individuen werden durch einen gemeinsamen Theil, das Hydrosom, mit einander in Zusammenhang gebracht und können einerseits sich mit einander verbinden und anderseits in solcher Weise rückbilden, dass der Charakter des Individuums sich mehr und mehr verliert.

In seinem vollständigsten Zustande bildet das sexuelle Individuum, welches auf einem Gonophor sprosst, eine craspedote Meduse mit allen beschriebenen Organen. Die Oceaniden rühren von Tubulariden her, die Eucopiden von Campanulariden etc. Aber diese stets medusoïde Form, welche schliesslich frei wird, bildet sich in denjenigen Gonophoren zurück, wo sie sessil bleibt und sich von der Kolonie nicht trennt. In diesen Fällen wird der in der Mitte der Glocke hängende Magen zuerst zurückgebildet, dann verlieren die medusoïden Glocken die Fühler und die Hörbläschen und die speciellen Organe concentriren sich in einem einzigen Sack, welcher die Mitte der Glocke einnimmt. Schliesslich verringert sich die Entfaltung als Schirm oder als Glocke gänzlich, so dass nur ein geschlossener Sack übrig bleibt, auf dessen Wänden sich noch einige gastro-vasculäre Canäle zeigen und welcher im Inneren die Eier oder Zoospermen entwickelt. Man kann diese Rückbildung Schritt für Schritt, besonders bei den Siphonophoren, verfolgen, wo die Velellen noch freie Medusen erzeugen (*Chrysomitra*), während bei den anderen die Medusen sessil bleiben, aber entweder noch mit einem Schirme versehen sind, der gastro-vasculäre, strahlige und ringförmige Canäle hat (*Galeolaria*) oder endlich nur durch in Trauben vereinigte Säcke vertreten sind (*Physophora*). Die sexuellen, auf verschiedenen Stufen der Rückbildung befindlichen medusoiden Sprossen können auf mehr oder minder verkrüppelten Polypen, Nährindividuen oder nicht, sitzen, die sich endlich zu einfachen Stielen zurückbilden und schliesslich schwinden, so dass die Geschlechtsorgane unmittelbar auf dem gemeinsamen Hydrosom aufsitzen.

Der Verfall der craspedoten sexuellen Meduse kann aber auch in einer anderen Richtung in Bezug auf die Bewegung geschehen und das sieht man ebenfalls bei den Siphonophoren. Hier auch verlieren sich in erster Linie der centrale Magen, die Fühler und die Ocellen oder Hörbläschen; aber die Rückbildung trifft auch die Geschlechtsorgane und der Schirm allein besteht mit seinem sehr mächtigen muskulösen Velum und mehr oder minder verkümmerten strahligen und ringförmigen Canälen fort. Diese einseitige Entwickelung erzeugt die Schwimmglocken der Siphonophoren, in welchen der mesodermale Theil der Glocke stets stark entwickelt ist, so dass er oft eine knorpelige Beschaffenheit bietet. Diese Glocken zeigen fast stets eine bilaterale Symmetrie und durch die Ausbildung dieser Anlage können sie noch zurückgehen, um Deckschuppen, abgeplattete knorpelige Blätter zu bilden, welche als Ueberbleibsel ihres früheren Standes nur einen einzigen centralen, oft kaum angedeuteten Canal haben. Die Formen und die Verhältnisse dieser Schwimmglocken bei den Siphonophoren sind unendlich ver-

änderlich, wenn sie die mächtige Muskulatur des Velums haben, so hat man bei ihnen noch nicht das Nervensystem nachweisen können, welches die craspedoten Medusen auszeichnet.

Wir haben schon gesagt, dass die Scyphistomen, aus welchen die meisten acraspeden Medusen hervorgehen, sich den Polypen der Anthozoen durch die Anwesenheit von vier länglichen Wülsten nähern, welche die Gastralhöhle in vier Abtheilungen oder Kammern theilen und mit den Mesenterialfalten der Anthozoen verglichen werden können. Dieser Charakter ist bei den Lucernariden oder Calycozoen noch stärker entwickelt, welche durch die Bildung eines Schirmes mit acht verminderten und mit Nematocysten besetzten Armen, eines vierwinkeligen Mundrohres, und von vier Magentaschen sich an die Charybdeiden eng anschliessen, während die Entwicklung eines Stieles am Gipfel des Schirmes, acht mit Geschlechtsguirlanden besetzter Mesenterialfalten und starker Muskelschichten, sowie die Abwesenheit von Randkörpern sie den Anthozoen näher bringt.

Die Hydrarpolypen, welche medusoide Sprossen erzeugen, lassen sich in den meisten Fällen durch die Bildung von mehr oder minder polymorphen Colonien und durch Differenzirungen des Ectoderms in Bezug auf den Schutz der Individuen oder der ganzen Colonie unterscheiden. Sie besitzen niemals unvollkommene Mesenterialfalten, wie die Scyphistomen; man kann aber bei vielen unter ihnen (Siphonostomen) nichts desto weniger in die Magenhöhle vorspringende Wülste bemerken, welche meist auf eine besondere Weise gefärbt sind und oft einzellige Drüsen besitzen.

Wenn gewisse Polypen mehr oder minder vereinzelt sind, wie die Hydren, so bilden die meisten durch Sprossung eine allgemeine Grundlage von sehr verschiedener Form, ausgestreckt, wie Wurzeln verzweigt, scheibenförmig u. s. w., auf welcher sich die Polypen erheben, welche bald unmittelbar auf dieser Grundlage eingepflanzt sind (*Hydractinia*), bald auf einfachen, dendritischen, unendlich mannigfaltigen Stielen befestigt sind. In gewissen Fällen sind die Polypen ganz nackt, in anderen deckt sich die Grundlage allein mit einem hornigen Häutchen (*Hydractinia*), in noch anderen Fällen setzt sich diese Hülle auch auf die Stiele fort (*Tubularia*) und schliesslich (*Campanulariden*) bilden sie einen Kelch, eine mehr oder minder getrennte Zelle (Hydrotheca), in welche sich der vordere Theil des mit Fühlern und Mund versehenen Polypen zurückziehen kann.

Die verschiedenen Theile der Polypen sind nach dem Typus und mit den Formelelementen gebildet, die wir bei den Hydren nachgewiesen haben, doch zeigen sich zahlreiche Variationen. Im Allgemeinen sind bei diesen Kolonien bildenden Polypen die einzelnen zelligen Gewebselemente, namentlich die Ganglienzellen mit den Nervenfasern, sowie die Muskelzellen und Muskelfasern, weit deutlicher entwickelt, wie z. B. in den Fühlern von *Eudendrium* (Jickeli) und um den Mund herum, wo ein wahrer Nervenring gebildet wird. Die Gastralhöhlen dieser Polypen setzen sich durch ihren Stiel in die allgemeine Grundlage fort, und diese Canäle, indem sie in verschiedener Weise zusammenmünden, leiten zugleich die verschiedenen Gewebe, aus welchen der Leib der Polypen gebildet ist, überall hin.

Wir bemerken bei diesen Polypen ebenfalls Rückbildungen, denjenigen ähnlich, welche wir bei den medusoiden Formen nachgewiesen haben. Die einen bleiben einzig mit der Ernährung betraut und erzeugen niemals sexuelle Sprossen (Trophosomen), die anderen bilden sexuelle Sprossen, indem sie zugleich für die Aufnahme der Nährungsstoffe geeignet bleiben. Es kann sein, dass zwei verschiedene Arten solcher Polypen auf der gleichen Grundlage entwickelt sind (*Velellen*). In den meisten Fällen verlieren die medusoide Sprossen bildenden Individuen den Mund und die Fühler (*Campanularia*,

Obelia) und bieten nur noch ein Divertikel des gastro-vasculären Canals in Form eines Handschuhfingers, auf welchem die in der Theca eingeschlossenen sexuellen Erzeugnisse sprossen. Bei fortschreitender Rückbildung verlieren diese Individuen das Vermögen, Geschlechtsproducte zu erzeugen und stellen sich dann in der Form einfacher Handschuhfinger dar, welche mehr oder minder beweglich oder steif, im Inneren hohl, manchmal mit Sträusschen und Knöpfen von Nematocysten besetzt sind, und die man Dactylozoiden oder wurmförmige Fühler (*Physophora*, *Velella*, *Milleporiden*) nennt.

Die gemeinschaftliche Grundlage des ganzen Polypenstammes kann die mannigfaltigsten Gestaltungen darbieten. Wenn sie in den meisten Fällen einfache Ausbreitungen oder wurzelförmige Ausläufer bietet, welche oft fähig sind, Knospen zu treiben, so kann man als äusserste Extreme einseitiger Ausbildung die Hydrocoralliden einerseits und die Siphonophoren anderseits bezeichnen. Bei den ersteren erzeugt sich ein, demjenigen der Korallen ähnliches Coenenchym, welches mit Kalk beladen wird und massive Polypenstöcke bildet, die von zahlreichen Canälen durchzogen sind und in deren Zellen sich zweierlei Individuen von Polypen finden (*Milleporiden*), von denen die einen Nährer, die anderen Dactylozoiden sind und zu welchen sich noch bei den *Stylasteriden* sexuelle medusenförmige Sprossen hinzugesellen.

Bei den Siphonophoren im Gegentheil, wo der ganze Organisationsplan der polymorphen Kolonie auf das Schwimmen berechnet ist, bildet die gemeinsame Grundlage in den meisten Fällen einen äusserst zusammenziehbaren hohlen Stiel, an welchem mächtige breite, unter dem Epithelium entwickelte Bündel von Längsmuskeln verlaufen. Unter dieser Längsmuskelschicht findet sich eine dünne, an der Stützlamelle, welche das Rohr bildet, unmittelbar anliegende Schicht von ringförmigen Muskelfasern. Der Canal selbst ist im Inneren von einem wimpernden Endoderm bekleidet. Die Höhlung des Stammrohres steht mit allen polypoiden und medusoiden, vollständigen oder rückgebildeten Individuen in Verbindung, welche auf der Axe oft gemäss einer bestimmten Linie eingepflanzt sind. Secundäre, auf gleiche Weise gebildete Axen bilden die Fangfäden, welche mit Knöpfen und Nesselbatterien versehen sind und in welchen die Nematocysten oft eine riesenhafte Entwicklung erreichen. Dieser gemeinschaftliche Stiel ist den bedeutendsten Veränderungen unterworfen. In den meisten Fällen trägt er an seinem vorderen Ende eine blasenförmige Einstülpung, welche mit Luft gefüllt ist und Pneumatophor genannt wurde. Diese eingestülpte Blase wird bei den Physalien riesenhaft, wo sie den Stiel gänzlich absorbirt. Die Luftblase hat stets eine Mündung nach aussen. In anderen Fällen (*Physophora*) wird der Stiel kürzer und erzeugt an seinem hinteren Ende eine Erweiterung, auf welcher die Nährpolypen und die sexuellen Producte aufsitzen, während der ausgestreckte Theil des Stieles nur die Schwimmglocken trägt. In anderen Fällen endlich (Velellen) wird der Stiel eine abgeflachte Scheibe mit kammerförmigen Abtheilungen, auf welcher ein hohler knorpliger Kamm aufsitzt, der ebenfalls concentrische, nach aussen sich öffnende Abtheilungen zeigt und so die Rolle eines Pneumatophors spielt.

Die Classe der Hydromedusen geht augenscheinlich aus zwei verschiedenen Stämmen hervor, von denen der eine die Acraspeden mit den Scyphistomen, der andere die Craspedoten mit den Siponophoren und den Hydrarpolypen erzeugt hat. Die Acraspeden und Scyphistomen nähern sich den Anthozoen, die Craspedoten und Hydrarpolypen den Hydrocoralliden. Diese Classe, welche nichts desto weniger Uebergangsformen zwischen den beiden Stämmen zeigt, ist also durch Zusammenbiegung von Zweigen gebildet, welche ursprünglich von sehr verschiedenen Stämmen herrühren. Diese Zu-

sammensetzung der Classe der Hydromedusen aus zwei verschiedenen Stämmen ist letzthin auch von Haeckel anerkannt worden, ungeachtet der Vorliebe dieses Schriftstellers für den Monophyletismus. Aber wir weichen gänzlich von diesem Schriftsteller, sowie auch von allen anderen Schriftstellern der Neuzeit, bezüglich der Art und Weise ab, wie wir die Verhältnisse zwischen den polypoiden Formen einerseits und den medusoiden anderseits auffassen. Für alle diese Schriftsteller ist die sessile Form die ursprüngliche, aus welcher durch fernere Entwicklung die medusoide Form hervorgegangen sein soll. Nun finden wir aber, dass im ganzen Thierreiche die kriechenden, sessilen und schmarotzenden Formen durch besondere Anpassung aus ursprünglich freien, schwimmenden Formen hervorgegangen und von diesen abzuleiten sind. Die sessilen Formen sind in den Umwandlungskreis der Arten eingeschaltet. Indem man sich auf dieses durch die Beobachtung der Thatsachen erhärtete Gesetz stützt, muss man behaupten, dass die medusoiden Formen, wie wir dies am Anfang gesagt haben, die ursprünglichen sind, dass die Trachynemiden unter den Craspedoten, die Pelagiden unter den Acraspeden die frühere und unmittelbare Entwicklungsfolge beibehalten haben, während bei den anderen Familien sich im Laufe ihrer Entwicklung die polypoide Form eingeschoben hat, die übrigens der Zeit und Wichtigkeit nach bei den Acraspeden viel beschränkter als den Craspedoten ist.

Literatur. C. Vogt, Mémoires sur les Siphonophores. Mémoires de l'Institut genevois, 1854. — Th. Huxley, The Oceanic Hydrozoa. Ray. Society, London, 1859. — L. Agassiz, Contributions th. Natur. histor. of Unit. States, t. III et IV, 1860—1862. — Alex. Agassiz, North American Acalephae. Illustrated Catalogue of the Museum of compar. Zoology, t. VI. — C. Claus, Ueber *Physophora hydrostatica*, ibid., 1860. — Idem, Neue Beobachtungen über die Structur und Entwicklung der Siphonophoren, Zeitschr. wissenschaftl. Zoolog. 1863. — Idem, Bemerkungen über Ctenophoren und Medusen. Ibid. t. XIV, 1864. — Idem, Ueber *Hulistemma tergestinum*. Arbeit. zoolog. Institut Wien, Bd. I, 1878. — Idem, Ueber *Charybdea marsupialis*. Arbeit zool. Instit. Wien, 1878. — Idem, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Denkschr. Akadem. d. Wissenschaften, Wien, Bd. XXXVIII, 1878. — E. Haeckel, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren, Soc. d'Utrecht, 1869. — Idem, System der Medusen, 1879 bis 1881. — A. Brandt, Ueber *Rhizostoma Cuvieri*. Mem. Acad. Imp. Saint Pétersbourg, 1870. — Stuart, Ueder die Entwicklung der Medusenbrut von *Velella*. Müller's Archiv 1870. — Allman, A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, London, 1871—72, 2 vol. — F. E. Schulze, Ueber den Bau und die Entwicklung von *Cordylophora lacustris*, Leipzig, 1871. — F. E. Schulze, Ueber den Bau von *Syncoryne Sarsii*, Leipzig, 1873. — Oscar Kleinenberg, *Hydra*, Leipzig, 1872. — E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog., B. XXIX, 1874. — Korotneff, Histologie de l'Hydre et de la Lucernaire. Arch. Zool. experiment., t. V, 1876. — H. Grenacher u. Noll, Beitrag zur Anatomie und Systematik der Rhizostomen. Abhandl. Senckenb. Gesellsch. Frankfurt, B. X, 1876. — H. N. Moseley, On the structure of a species of Millepora at Tahiti, Philosoph. Transact., 1877. — Idem, On the Structure of the Stylasteridae. Ibid., 1878, part. II. — Idem, Zoology of the voyage of the Challenger, part. VII. Report on the corals. London, 1882. — Oscar u. Richard Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Jena Zeitschrift, Bd. XI, 1877. — Idem, id., id.. Monographisch dargestellt, in 4, Leipzig 1878. — E. A. Schaefer, Observ. on the nervous system of *Aurelia aurita*. Philosoph. Transact. 1878. — G. du Plessis, Sur le *Cladocoryne floccosa*. Mitth. der Station Neapel, t. II, 1881. — Weissmann, Ueber eigenthümliche Organe bei *Eudendrium racemosum*. — Ibid., O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jena Zeitschr., B. XV, S. 493,

1882. — C. F. Jickeli, Der Bau der Hydroidpolypen. Gegenbaur. Morphol. Jahrbuch., B. VIII, S. 373. 1882. — R. v. Lindenfeld, Ueber das Nervensystem der Hydroidpolypen. Carus. zool. Anzeiger VI. Jahrg., 1883, S. 69.

Classe der Rippenquallen (*Ctenophora*).

Die Rippenquallen sind freischwimmende, einzeln lebende Cölenteraten. Sie sind Zwitter und besitzen vier Paar Rippen mit Schwimmplättchen, ein einziges centrales Sinnesorgan und einen einfachen Magen, von welchem mittelst eines Zwischenorganes, des Trichters, die Gastrovascularcanäle ausgehen. Ihre Entwicklung ist eine directe ohne Einschaltung einer alternirenden Generation.

Man theilt sie gewöhnlich in vier Ordnungen ein, die wiederum zwei Gruppen bilden, deren erste nur die *Eurystomen*, welche der Tentakeln beraubt sind, umfassen, während zur zweiten Gruppe alle drei übrigen Ordnungen gehören, die stets Tentakeln besitzen.

1. Ordnung: Eurystomen. — Der Körper hat die Form eines länglichen Fässchens und ist der Tentakelebene gemäss ein wenig comprimirt. Der Mund ist breit und die ungemein grosse Magenhöhlung hat weder Lappen noch Fangfäden. Die vier Rippenpaare sind fast gleich (*Boroë*, *Rangia*).

2. Ordnung: Globularien. — Der runde oder eiförmige Körper ist zuweilen in der Richtung der Gastralebene comprimirt und hat nahezu gleiche oder auch ungleiche Rippen. Mund und Magenhöhle sind eng. Diese Thiere besitzen zwei Fangfäden (*Cydippe*, *Mertensia*, *Callianira*).

3. Ordnung: Bandquallen. — Der stark comprimirte Körper ist länglich, so dass er wie ein breites Band aussieht, in dessen Mitte sich der Mund und die ungemein enge Magenhöhle befinden, die mit zwei Senkfäden versehen ist. Zwei Rippenpaare sind fast vollkommen verschwunden (*Cestus*, *Vexillum*).

4. Ordnung: Lappenquallen. — Der Körper ist comprimirt, die Rippen sind ungleich entwickelt, Mund und Magen eng, und mit zwei Senkfäden und zwei Paar gelappten Fortsätzen versehen, die *Auriculae* genannt werden. Ueber dem Munde stehen zwei flügelförmige Lappen, die sich zusammenschlagen und so Mund und Aurikeln umfassen können (*Bolina*, *Mnemia*, *Eucharis*).

Typus: **Bolina norvegica** (Sars). Wir haben diesen Typus, an welchem einer von uns im Jahre 1861 an der norwegischen Küste eingehende Studien gemacht hat, deshalb gewählt, weil die Gattung

Bolina auch im Mittelmeere und an den amerikanischen Küsten verbreitet ist, und weil sie zur Ordnung der Lobaten gehört, welche die höchstentwickelte Stufe der Rippenquallen darstellen. Die jungen Larven der Lobaten sind in der That den Globularien vollständig gleich, da sie die sich erst später entwickelnden Lappen noch nicht besitzen. Bolina hat sodann vor den meisten anderen Rippenquallen den Vortheil, dass ihr Körper, obgleich krystallhell, doch beträchtliche Festigkeit besitzt, während die Gewebe der meisten anderen sehr weich sind und sich nur schlecht zu anatomischen Untersuchungen eignen. Auch sind alle unsere Zeichnungen von lebenden Thieren ohne Anwendung von Reagentien abgenommen. Die weiteren histologischen Untersuchungen müssen nach den gebräuchlichen Methoden angestellt werden; man fixirt am besten mit Osmiumsäure, härtet mit Alkohol und färbt mit Carmin.

Wir können bei Bolina den eigentlichen Körper unterscheiden, der aus einer durchsichtigen Masse gebildet wird, welche die Gestalt eines Parallelepipedon oder einer abgestumpften und nach dem Scheitelpole hin, der dem Munde entgegengesetzt ist, nur sehr wenig verschmälerten vierseitigen Pyramide hat. Der Scheitelpol selbst stellt einen aus vier warzenförmigen Erhöhungen gebildeten, abgerundeten Gipfel dar. An diesem Körper befinden sich, und zwar seitlich vom Munde, zwei löffelförmige Ausbreitungen, die sich gleich zwei Flügeln zurücklegen können, um so den Mundeingang freizugeben; hingegen können sie sich auch wieder so in einander schliessen, dass sie einen geräumigen Vorhof bilden, in welchem sich vier spitze und wenig bewegliche Ansätze zeigen, die paarweise auf dem Körper eingefügt sind. Wir nennen diese Ausbreitungen die Lappen (*p*, Fig. 71 und 72 a. f. S.) und unterscheiden an ihnen die gewölbten Aussenflächen und die hohlen Innenflächen, die nach dem Vorhofe des Mundes zu gerichtet sind. In diesem Vorhofe haben die beiden Paare der erwähnten Anhängsel völlig freien Spielraum, sie sind meist elegant in Form von Bockshörnern gekrümmt, und Dank der Durchsichtigkeit der sie bedeckenden Lappen machen sie sich durch einen gelblichen Randstreifen bemerkbar, der von harten Härchen herrührt, die an sich steif, aber gleich den Ruderplättchen sehr beweglich sind. Wir bezeichnen diese Anhängsel mit dem Namen Aurikeln (*v*, Fig. 71 und 72). In dem Vorhofe des Mundes finden sich schliesslich immer zwei weissliche Fäden mit secundären Verästungen. Allerdings bemerkt man sie meist nur dann und wann, wenn das Thier die Lappen auseinanderfaltet; sie können sich bedeutend verlängern, sind aber gewöhnlich in zwei längliche, enge Taschen zurückgezogen. Die Mundöffnung hat die Gestalt eines verschobenen Vierecks, und in der Nähe der stumpfen Winkel desselben befinden sich jene Taschen. Die beschriebenen Fäden, die augenscheinlich Greiforgane sind, nennen wir Fangfäden oder Tentakeln (*o*, Fig. 35).

Am Körper selbst bemerken wir zunächst die acht Rippen mit den Schwimmplättchen; sie verleihen dem Thiere freie Bewegung nach allen Richtungen hin und rufen ein reizendes Spiel von Regenbogenfarben hervor, welche die Rippen umwogen. Vier dieser Rippen sind länger als die übrigen (*f*, Fig. 71 und 72) und ziehen sich paarweise auf der Aussenfläche der Lappen hin, wo sie sich noch unter der Form von gelblichen, mit Haaren besetzten Linien kennzeichnen. Die vier kurzen Rippen (*e*, Fig. 71 und 72) gehen nur bis dahin, wo

Fig. 71.

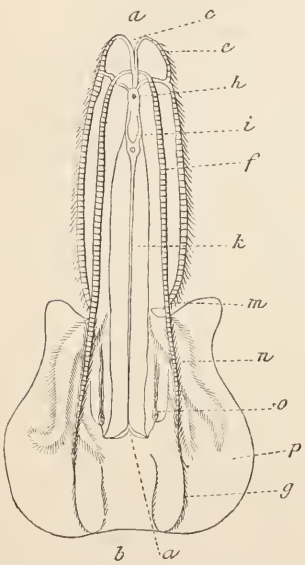


Fig. 72.

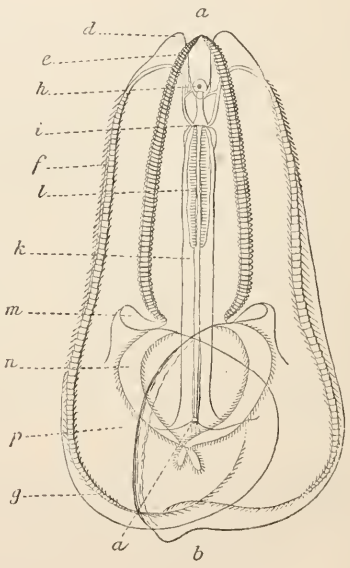


Fig. 71. *Bolina norvegica*, Hälfte der natürlichen Grösse, von der schmalen Seite aus.
Fig. 72. Dasselbe Individuum, von der breiten Seite gesehen. Beide Figuren haben gleiche Bezeichnung. *a*, Scheitelpol; *b*, Mundpol; *c*, Scheitelspalte; *d*, hügelförmige Hervorragungen an der Scheitelspalte; *e*, kurze Rippen; *f*, lange Rippen; *g*, Fortsetzungen der langen Rippen auf den Lappen; *h*, Centralorgan; *i*, Trichter; *k*, Magen; *l*, Magenwülste; *m*, Oeffnungen der Lappen; *n*, Aurikeln; *o*, Fangfäden, in ihre Scheiden zurückgezogen; *p*, Lappen; *q*, Mund.

die Lappen angeheftet sind, setzen sich aber in den Haaren fort, die auf den Rändern der Aurikeln stehen.

Endlich bemerkt man mit blossem Auge an dem, dem Munde entgegengesetzten Pole einen weissen, im Gewebe versteckten Punkt; dies ist das Centralorgan (*h*, Fig. 71 u. 72), welches aus einem Krystallhaufen besteht, und nach welchem ein Canal, Trichter genannt, führt. Wir werden später diese Theile noch ausführlich beschreiben.

Noch müssen wir bemerken, dass sehr junge Individuen, die wir immer in ziemlich beträchtlicher Zahl unter den älteren gefunden haben, einen kugelförmigen oder nur mässig länglichen Körper und acht gleiche, kurze Rippen mit sehr wenigen Schwimmplättchen besitzen, welch' letztere nur auf der dem Munde entgegengesetzten Seite entwickelt sind. Ferner haben diese jungen Thiere riesige Tentakeln, die sie nur selten in die Scheide einziehen, während ihnen die Aurikeln gänzlich fehlen. Die letzteren Theile bilden sich erst nach dem Austritt aus dem Eie und zwar nach und nach, in dem Maasse wie sich die Rippen verlängern. Man kann also an den norwegischen Küsten im Juli und August Thiere aller Entwickelungsstadien finden, von den Larvenformen der ersten Jugend an, die wir im Bilde darstellen (Fig. 75 u. 76), bis zu den ausgebildeten Formen, deren Beschreibung wir im Folgenden geben.

Es handelt sich zunächst darum, über die Anordnung des Körpers der Rippenquallen und von Bolina im Besonderen klar zu werden. Wir werden in den folgenden Beschreibungen neutrale Ausdrücke wählen, die sich auf die Körperstructur selbst beziehen, aber den Beziehungen keinen Eintrag thun, die sich entweder mit den übrigen, strahlenförmigen Cölenteraten oder auch mit den Würmern aufstellen lassen, von denen einige Typen mit den Rippenquallen ziemlich enge Verwandtschaften zu haben scheinen.

Bei allen Rippenquallen bilden Mund, Magenrohr, Trichter und Otolithengruppe die Centralaxe des Körpers, um welche sich die übrigen Theile anordnen. Die Rippenqualle trägt beim Schwimmen das dem Munde gegenüberliegende Ende, an dem sich die Otolithengruppe befindet, nach vorn. Infolgedessen werden wir dieses Ende den Scheitelpol (*a*, Fig. 71 und 72), das gegenüberliegende den Mundpol (*b*) nennen.

Sieht man von den Lappen ab, so bildet der eigentliche Leib von Bolina ein breitgedrücktes Parallelepiped mit abgerundeten Winkeln, dessen Centralaxe zugleich die Längsaxe des Thieres bildet. Die beiden Axen, die senkrecht auf den Seiten dieses Parallelepipeds stehen, verhalten sich fast zu einander wie 1 : 2. Wir haben also zwei breite und zwei schmale Seitenflächen. Auf den beiden Kanten der schmalen Körperseiten (Fig. 71) laufen die zwei langen Rippen hin (*f*), die sich auf die Lappen hinaus verlängern (Fig. 73, a. f. S.), welche mit der ganzen Ausdehnung ihrer Basis an die schmalen Seiten angeheftet sind. Auf den breiten Körperseiten laufen (Fig. 72) vom Scheitelpol bis zur Basis der Lappen die kurzen Rippen hin (*e*, Fig. 72), die sich auf den Rändern der Aurikeln in Reihen von starren Härchen fortsetzen. Die acht Rippen stehen ein wenig kantenförmig vor, so dass die Körperseiten zierlich zwischen den Rippen ausgehöhlt erscheinen (Fig. 74).

Gegenüber der Beschaffenheit der äusseren Form handelt es sich nun darum, die Anordnung der inneren Organe genau anzugeben. Betrachtet man das Thier von dem Mundpole aus (Fig. 73), so erblickt man hinter den durchsichtigen Lappen die von diesen umschlossene Mundspalte (*g*) in Form eines sehr länglichen verschobenen Vierecks. Die grosse Axe dieses Vierecks bestimmt eine Verticalebene, die der Breitseite des Körpers parallel ist; wir bezeichnen sie mit dem Namen Gastralebene. Der Blick in demselben Sinne zeigt dem Beobachter ferner über den stumpfen Winkeln des Vierecks zwei kleine runde Oeffnungen (*o*), welche je in eine der Taschen führen, worin die Senkfäden oder Tentakeln zurückgezogen werden; diese Ebene, die zur vorgenannten senkrecht steht, wollen wir Tentakelebene nennen. Die gegenseitige Lage dieser beiden Ebenen tritt weit klarer zu Tage,

Fig. 73. Fig. 74.

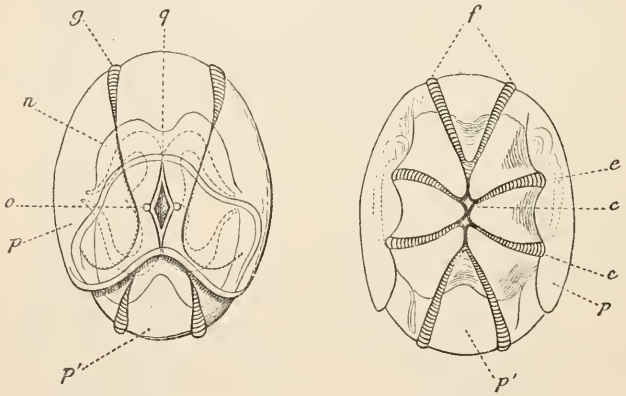


Fig. 73. *Bolina norregica*, vom Mundpole aus gesehen. Hälfte der natürlichen Grösse. *g*, Fortsetzungen der langen Rippen auf den Lappen; *n*, Aurikeln; *o*, Tasche der Fangfäden; *p*, übergreifender Lappen; *p'*, eingeschlagener Lappen; *q*, Mundspalte.

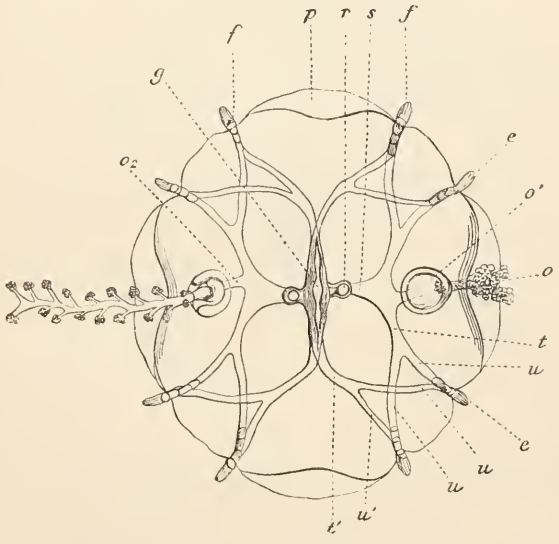
Fig. 74. Dasselbe Individuum, vom Scheitelpole aus gesehen. *e*, Scheitelspalte, in zwei Oeffnungen getrennt; *e e*, kurze Rippen; *f f*, lange Rippen; *p*, übergreifender Lappen; *p'*, eingeschlagener Lappen.

wenn man eine junge Larve beobachtet, deren Lappen noch nicht entwickelt sind, und deren relativ stärkere Tentakeln weiter vom Munde abstehen als bei älteren Individuen (Fig. 75).

Betrachtet man das völlig entwickelte Thier von dem aboralen oder Scheitelpole aus (Fig. 74), so sieht man im Centrum der von diesem Pole gebildeten Erhöhungen eine Längsspalte (*c*); sie ist der Gastralebene und den Breitseiten des Körpers parallel, und die Rippen convergiren nach dem Pole hin auf eine etwas verschiedene Art. Die kurzen Rippen reichen bis in die Spalte selbst hinein, indem sie zwei Warzen umsäumen, welche in der Mitte der Spalte zusammenstossen; die

langen Rippen, die auf den schmalen Körperseiten hinlaufen, vereinigen sich an den Enden der Spalte oder selbst schon ein wenig vor ihr. Auf diese Weise wird die Spalte in zwei rhombenförmige Fächer getheilt, die in der Gastralebene liegen. Diese Bildung begründet das verschiedene Aussehen, welches der Scheitelpol je nach der Lage des Thieres annimmt. Von der schmalen Körperseite aus gesehen (Fig. 71) scheint die Spalte in der Mitte zu liegen (*a*), von zwei Erhöhungen (α) umzogen, auf deren Rändern sich die kurzen Rippen fortsetzen, während von der Breitseite aus gesehen (Fig. 72) der Scheitelpol sich als eine mediane Erhöhung darstellt, die von den kurzen Rippen begrenzt

Fig. 75.



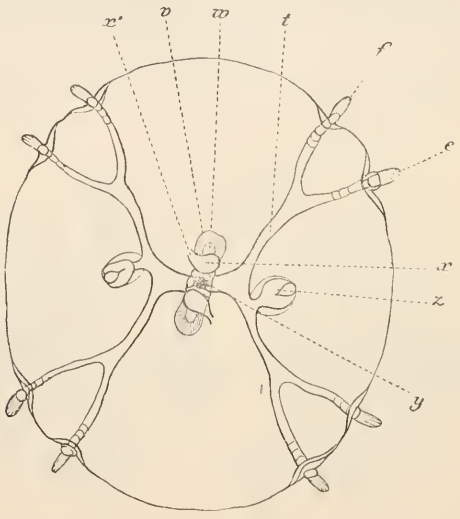
Junge Larve von Bolina, vom Mundpole aus gesehen, bei 50facher Vergrösserung. *e*, kurze Rippen; *f*, lange Rippen; *o*, Fangfaden, rechts eingezogen, links ausgedehnt mit seinen Seitenzweigen und Nesselknöpfen; *o'*, Kapsel des Fangfadens; o^2, Tentakelgefäss; *p*, entstehende Lappen; *q*, Mundspalte mit den Rinnen, Wänden und innerer Oeffnung; *r*, Magengefäss; *s*, gemeinschaftlicher Gefässstamm; *t*, secundäre Gefässe, die sich theilen, um die Rippengefässe *u* zu bilden; t^2, secundäre Gefässe, welche die zurückführenden Rippengefässe *u'* sammeln und den Magengefässen zuführen.

und seitlich mit zwei durchsichtigen Warzen besetzt ist, an deren Basis die langen Rippen die Richtung nach dem Centraltrichter einschlagen. Die Lage der inneren Theile wird auch hier bedeutend klarer, wenn man zur Beobachtung sich junger Larven bedient, an denen die verschiedenen Erhöhungen noch nicht entwickelt sind. Fig. 76 (a. f. S.) zeigt dieselbe Larve vom Scheitelpole aus gesehen, deren Mundpol Fig. 75 darstellt. Man sieht im Centrum den Otolithen mit den ihn umgeben-

den Nervengebilden, und die Ausführungsöffnungen des Trichters, die sich im Niveau der Oberfläche befinden. Diese verschiedenen Theile sind so orientiert, dass die Polplatte um den Otolithen herum in der Gastralebene liegt, während die Ausgangsöffnungen und die Hauptgefässstämme in der Tentakelebene sich befinden.

Wir wollen uns vor der Hand nicht in die, übrigens sehr verwickelte, Discussion einlassen, die sich über die Frage erhoben hat, ob die Rippenquallen eine strahlige oder seitlich symmetrische Anord-

Fig. 76.



Dieselbe Larve, vom Scheitelpole aus gesehen. *e*, kurze Rippen; *f*, lange Rippen; *t*, secundäres Gefäss; *v*, Polwulst; *u*, Polfeld; *x*, Excretionsfläschchen; *x'*, seine Oeffnung; *y*, Centralorgan; *z*, Excretionsflasche.

nung der Theile zeigen. Die Ebenen und Axen, die wir soeben statuirt haben, genügen zur Darstellung der Organisation von Bolina.

Die ganze Masse des Körpers besteht dem Anscheine nach aus einer vollständig homogenen Substanz, die durchsichtig wie Krystall ist, deren Lichtbrechung aber sich von der des Wassers ein wenig unterscheidet. Brächten nicht die Schwimmplättchen durch ihr Spiel regenbogenfarbige Wellen hervor, so würde man Bolina, trotz ihrer Grösse von oft 15 cm, im Wasser kaum unterscheiden können. Die genannte Substanz ist indessen sehr hart und der Körper bietet fast denselben Widerstand wie Knorpel. Die für die Beobachtung der lebenden Thiere so vortheilhafte Durchsichtigkeit schafft aber grosse Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, die Abgrenzungen der Organe und ihre innerste Structur genau festzustellen.

Die Homogenität der das Mesoderm bildenden Körpersubstanz ist indessen nur scheinbar. Diese ganze, ursprünglich dem Bindegewebe ähnliche Masse, ist zunächst von mehr oder weniger differenzirten Muskelfasern durchsetzt, die ursprünglich longitudinal und transversal angeordnet sind, aber später durch das ungleiche Wachsen der verschiedenen Theile verschoben werden. Im Allgemeinen bilden diese Fasern, die bald einfach wie Streifen derselben Substanz, bald ein wenig ausgeprägter sind und sich an den Enden in sehr feine Fäserchen theilen, keine streng begrenzten Bündel, aber sie gruppiren sich wohl an gewissen Orten, wo sie dann, selbst ohne Anwendung von Reagentien, ziemlich deutlich sichtbar sind. In Bezug hierauf kann man hauptsächlich die Lappen hervorheben, in denen die Fasern ein zierliches Netz mit fast viereckigen Maschen bilden, das besonders bei jungen Individuen schön sichtbar ist und noch durch besondere Ectodermzellen hervorgehoben wird; sodann die Schwimmplättchen, bei denen die Fasern beträchtliche Längsstreifen bilden, die von einer Reihe von Plättchen nach der anderen laufen, und durch Transversalbündel geschieden sind, welche von den beiden Seiten der Rippen besenförmig in das Parenchym strahlen; endlich die Umgebung des Centralorgans, wo diese Fasern sich in mächtigen Muskelretractoren gruppiren. Uebrigens finden sich diese Fasern in allen Niveaus der gelatinösen Körpermasse, sehr nahe dem Ectoderm oder Endoderm, oder wohl auch, doch weniger deutlich, in der Masse der Substanz selbst.

Man beobachtet alle Uebergänge von homogenen hellen, geraden Fasern, die wie Bänder breitgedrückt sind, zu anderen, wo sich Kerne an den Fasern finden, zu anderen, wo diese breiteren Theile wie wirkliche Zellen aussehen, oder sich theilen und sich wieder zu Geflechten vereinigen, oder zu solchen Gebilden, die den multipolaren und zu Geflechten verwachsenen Ganglienzellen zum Verwechseln ähneln, wie wir sie bei den Hydrozoen gefunden haben. Wenn einige Forscher (Chun) zwischen diesen mannigfachen Gebilden keine scharfe Grenze finden können, so betrachten sie andere hingegen, und wohl mit Recht, als Nervenelemente. Hertwig beschreibt in der That multipolare Nervenzellen, welche durch die von ihnen auslaufenden und nach den Muskeln hingehenden Fäserchen Geflechte bilden; diese Fäserchen heften sich mit einem pyramidalen Ende an die Muskeln an.

Der Körper der jungen Bolina ist mit einer einfachen Schicht heller, abgeplatteter Epidermzellen bedeckt, die einen wenig sichtbaren Kern besitzen. Bald aber wandeln sich viele dieser Zellen um; sie füllen sich mit einem scheinbar klebrigen Protoplasma, das in gestrahlte Streifchen, verschlungene Knäuel und mehr oder weniger abgegrenzte Kügelchen zerfällt; bei der Volumvergrösserung bilden sie kleine hervorstehende Wärzchen, die einen eigenthümlichen Glanz haben. Dies sind jene Zellen von übrigens sehr variablem Aussehen,

die Chun mit dem Namen Glanzzellen belegt hat. Sie lassen sich ungemein leicht auf der Innenseite der Lappen erkennen, wo sie auf den gitterförmigen Muskelbündeln angehäuft sind, die wir oben erwähnt haben, und so viereckige Maschen bilden, auf deren Grunde sich das ursprüngliche Pflasterepithel erhalten hat.

Bolina entbehrt gänzlich Pigment- und sonstige Zellen, die sich im Epiderm vieler anderer Rippenquallen vorfinden. Dagegen hat sie in der Nähe des Mundes Wimperzellen und über den ganzen Körper verstreute Tastzellen mit einem oder mehreren Härchen.

Verdauungsorgane. — Bei älteren Thieren stellt der Mund einen sehr engen viereckigen Spalt dar, der im Sinne der Gastralebene in die Länge gezogen ist (Fig. 73). Die beiden ausgezogenen Enden verlängern sich nach dem Punkte hin, wo die Aurikeln angeheftet sind, und bilden so eine Rinne, die mit wimpernden Cylinderzellen ausgekleidet ist. Diese Zellen finden sich auch auf der ganzen Innenfläche des Magens und sind besonders auf dem Grunde desselben sehr entwickelt, wo er zwei kleine Erweiterungen, die Magentaschen (Fig. 85, *b*) bildet. In diesen Taschen ist die Flimmerbewegung am entschiedensten ausgeprägt. Das Magenrohr, immer eng und breitgedrückt, setzt sich in der Körperaxe bis auf drei Viertel der Totallänge fort, dann endet es auf gleicher Höhe mit den Magentaschen durch zwei Oeffnungen in zwei Gastrovascularäste und bildet so den Trichter und centralen Gastrovascularcanal des letzteren. Die Magenwände sind ziemlich dick und ausser mit den erwähnten Zellen noch mit Zellen körnigen Inhalts besetzt, die als einzellige Drüsen angesehen werden können. Ungefähr im Beginn der hinteren Magenhälfte wulsten sich die Wände des Spaltes auf und bilden einen gegen den Spalt herausragenden Vorsprung, dessen Rand durch kleine Einbuchtungen gekerbt erscheint. Diese Magenwülste (Fig. 72, *l*) scheinen der Sitz einer sehr ausgeprägten Secretion und Assimilation zu sein, da ihr Gewebe mit körnigen Absonderungen angefüllt ist. Zu dieser Dicke der Wände tritt noch das Volumen der Gastralgefässe, die sich längs der Breitseite des Magens hin ziehen, und deren Weite man wie eine Oeffnung sieht, wenn man das Thier vom Mundpole aus betrachtet (*r*, Fig. 75). In der Seitenansicht verschwimmen die Umrisse dieser Längsgefässe mit denen der Magenhöhlung selbst.

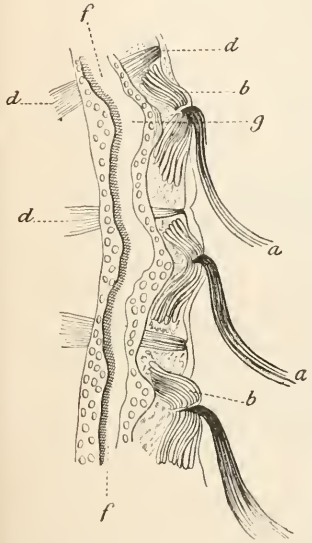
Wir werden später noch das System der Gastrovascularcanäle beschreiben.

Die Rippen erregen beim ersten Blick unsere Aufmerksamkeit durch die Bewegung ihrer Schwimmplättchen und die daraus resultirenden regenbogenfarbigen Wellen. Sie sind Bewegungsorgane ersten Ranges, und die Rippenqualle kann entweder die Reihen im Ganzen, oder nur einen Theil der Plättchen in Bewegung setzen, je nach der Richtung, in der sie vorwärts kommen oder sich um ihre

Axe drehen will. Wir haben die Bolina meist in gerader Richtung schwimmen sehen, mit dem aboralen Pole nach vorn, und bei diesem Fortbewegen spielten abwechselnd zwei einander entgegengesetzte und symmetrische Rippen, während die anderen ruhten, um später die Bewegung aufzunehmen.

Um die Structur der Rippen zu studiren, haben wir eine derselben im Profil abgezeichnet und zwar in dreissigfacher Vergrösserung (Fig. 77) und eine andere von der Innenseite aus in stärkerer Vergrösserung (Fig. 78, a. f. S.).

Fig. 77.



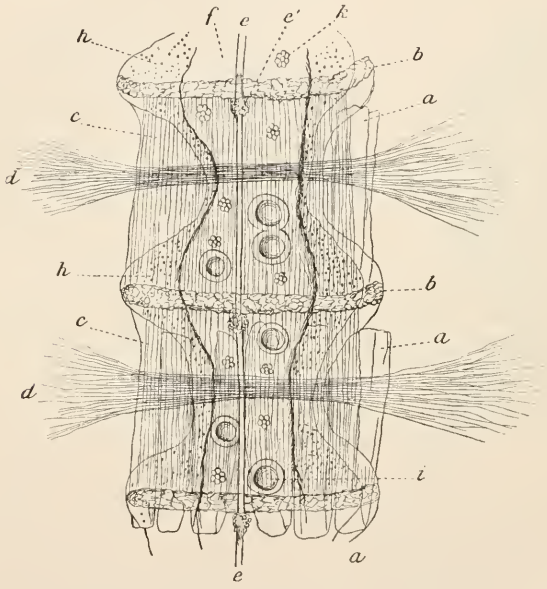
Bolina norvegica, Stück einer Rippe, von der Seite aus bei 30facher Vergrösserung gesehen. *a*, Schwimmplättchen; *b*, Zellenkissen der Schwimmplättchen; *d*, quere Faserbesen; *f*, Rippencanal; *g*, Ausbuchtungen desselben.

Die Schwimmplättchen (*a*) sind von länglich viereckiger Form, am proximalen Ende, mit welchem sie auf einem Zellenpolster befestigt sind, winkelrecht abgeschnitten. Das freie Ende ist ursprünglich gerade so abgeschnitten, wovon man sich bei noch jungen Larven überzeugen kann, aber bei älteren Individuen läuft dieses Ende in mehr oder weniger derbe Fasern aus. Im Profil gesehen haben die Plättchen die Form eines *S*; beim Austritt aus dem Zellenpolster, wo sie fast rechtwinklig zur Körperachse stehen, krümmen sie sich ziemlich nach dem Mundpol zu, um sodann das abstehende freie Ende nach aussen und dem aboralen Pole hin zu wenden. Diese Schwimmplättchen sind offenbar durch Verwachsung von Wimpercilien entstanden, die allmählich verschmolzen und hornig geworden sind. Dies wird durch die Zellenpolster bewiesen, aus denen sie entspringen. Diese Polsterchen (*b*), welche sich transversal zur Rippenaxe verlängern, geben letzterer, da sie ein wenig über ihre Ränder hinausragen, das Aussehen eines auf zwei Seiten gekerbten Stabes. Die Zellen, welche die Polster bilden, sind etwas in die Länge gezogen und auf den beiden Seiten der Basis des Schwimmplättchens angereiht; bei schwacher Vergrösserung und im Profil gesehen (Fig. 77) erscheinen sie als Bündel von Fasern, deren inneres Ende ein wenig verdickt ist. Dieses Aussehen erhalten sie durch den nach ihrer Basis zurückgeschobenen Nucleus. Man könnte sie leicht mit Muskelfasern verwechseln und ihre Einrichtung würde dann mit den auf- und niedergehenden Be-

wegungen der Schwimmplättchen harmoniren. Die wirklichen Muskelfasern (*c*, Fig. 78) ziehen sich in der Längsrichtung der Rippe zwischen den Querpolstern hin. Diese einfachen Fasern verleihen der inneren Rippenfläche das Aussehen, als wäre sie gestreift. Sie laufen, ohne Unterbrechung, von einem Zellenpolster zum anderen.

Unter dieser Muskelschicht liegt in der Mitte, zwischen zwei Polsterchen, ein starkes Bündel Querfasern (*d*). Diese Fasern bilden infolge ihrer Zusammenstellung Doppelbesen. In dem von der Rippe

Fig. 78.



Rippenstück, von innen bei 60facher Vergrösserung gesehen. *a*, *b*, *d*, *f*, *g* haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 77. Ausserdem: *c*, Längsmuskelfasern; *e*, Wimperrinne; *e'*, Erweiterungen derselben an den Zellenpolstern; *h*, Genitalkappen; *i*, reife, im Canal befindliche Eier; *k*, Wimperrosetten.

in Anspruch genommenen Raume sind sie zu einem Stiele vereinigt; in der Körpermasse zwischen den Rippen zertheilen sie sich strahlenförmig. Betrachtet man die Rippe von der Fläche aus, so sieht man die Fasern so, wie wir sie eben beschrieben haben (Fig. 78); beschaut man dagegen die Rippen im Profil (Fig. 77), so zeigen die Fasern den zwischen den Schwimmplättchen an die Oberfläche reichenden Stiel, während die Strahlen nach innen laufen und den unter den Rippen befindlichen Canal umsäumen. Chun glaubt, dass diese Bündel aus Muskelfasern zusammengesetzt sind; wir gestehen, dass wir uns darüber einiger Zweifel nicht erwehren können. Sie sind viel

ausgeprägter und mit weit festeren Contouren versehen, als die gewöhnlichen Muskelfasern; sie sehen eher hornig oder wenigstens sehnig aus, und selbst bei sehr starker Vergrösserung haben wir an ihnen keine anderweitige Structur entdecken können. Vielleicht dienen sie zur Anheftung der longitudinalen Muskelfasern. Jedes Polster hätte, dieser Annahme zufolge, eine apicale und eine zweite orale Schicht von Längsfasern; die Fasern würden sich einerseits an das Querbündel, anderseits an das Polster heften und die abwechselnden Zusammenziehungen der Fasern würden so die auf- und abgehenden Bewegungen der Schwimmplättchen hervorbringen.

In der Axe der Rippe und auf der Aussenseite derselben läuft die Rippenrinne hin, die unmittelbar auf der Oberseite des Gastrovascularcanals aufliegt und nur in der Vorderansicht der Rippe erkennbar ist (*e*, Fig. 78). Sie ist mit Wimperzellen ausgekleidet, die im Längssinne der Rippe angeordnet sind, stellt sich, wie es die Figur zeigt, wie ein gerader Faden von gewisser Stärke dar, und zeigt an jedem Polster eine Verdickung von körnigem Aussehen (*e*). Läuft hier ein Nerv? Chun scheint die Rinne für einen Rippennerv zu halten; Hertwig ist nicht dieser Ansicht und beschreibt feine Nervenfäserchen, die vereinzelt laufen und Längsmaschen bilden. Jedenfalls giebt es hier keine Ganglien, die Nerven aussenden; und was Milne-Edwards in seiner Abhandlung über Lesueuria für solche ansieht, scheinen uns die Querbesen zu sein, welche wir oben beschrieben haben.

Der Gastrovascularcanal (*f*, Fig. 77 u. 78), der jeder Rippe im Inneren ihrer ganzen Länge nach folgt und fast ihre ganze Breite einnimmt, ist merkwürdig wegen der Verdickung seiner Wände, in denen sich die Geschlechtsproducte bilden. Bei den Bolina, die wir in Beziehung hierauf untersucht haben, war die Weite des Canals fast überall dieselbe und zeigte nur unbedeutende Erweiterungen (*g*), die der Lage der Polster entsprachen. Dagegen zeigten die Wände beträchtliche Verdickungen, die sich in transversalem Sinne erstreckten (*h*, Fig. 78). Man weiss, dass bei den meisten Rippenquallen der Canal seitliche, verästelte Erweiterungen hat, und dass diese oft ansehnlichen Blinddärme eine Art verdickter Hauben tragen, in welchen sich die Geschlechtsproducte dergestalt entwickeln, dass die Hauben der einen Seite männlich, die der entgegengesetzten dagegen weiblich sind. Diese beiden Seiten sind nicht auf blindes Ungefähr hin vertheilt, vielmehr stehen sich die Organe so gegenüber, dass sich in jedem Zwischenrippenraume eine Reihe männlicher und eine Reihe weiblicher Organe vorfinden. Das verschiedene Aussehen, welches wir an dem Ende Juli von uns beobachteten Bolina wahrnahmen, steht wahrscheinlich mit der Entwickelung der Geschlechtsproducte in Verbindung. In einem der Exemplare (Fig. 78) waren die Wände des

Canals mit einer körnigen Masse gefüllt (*o*), deren Körnchen ein fettiges Aussehen hatten, während sich im Canal selbst, in der Flüssigkeit schwebend, reife Eier (*e*) vorfanden, die an ihrer Grösse und an dem doppelten Umriss der Schale und des Dotters erkennbar waren. In dem anderen Exemplare, dessen Profil wir in Fig. 77 gegeben haben, bemerkte man kleine, glänzende Zellen, die noch nicht weit genug entwickelt waren, als dass man hätte erkennen können, ob es Eier oder in der Bildung begriffene Samenzellen waren. Man weiss, dass die Rippenquallen der nördlichen Meere nur eine kurze Zeit des Jahres über fortpflanzungsfähig sind, und dass man in der Zwischenzeit ausserordentliche Schwierigkeiten hat, die während der Ausbildung sehr gleichartigen Producte zu unterscheiden. Zur Zeit unserer Untersuchung war die Periode des Eierlegens fast beendet und die Organe befanden sich bereits in Unthätigkeit.

Die Streifen der Geschlechtsorgane, die zur Zeit ihrer Thätigkeit sichtbar sind, bilden zwei Reihen kleiner weisslicher Blinddärmchen, die über die Ränder der Rippen emporragen, und setzen sich bei Bolina bis zu den Anheftungsstellen der Lappen fort. Sie verlieren an Wichtigkeit in dem Maasse als die Schwimmplättchen kleiner werden. Aber die Rippen selbst setzen sich weiter fort und wandeln sich dabei um. Wir haben lange (*f*, Fig. 70 bis 76) und kurze Rippen (*e*) unterschieden.

Die ersteren nennt Chun subventrale Rippen, doch könnte man sie auch Lappenrippen nennen; sie beginnen in der Nähe des aboralen Poles fast in gleicher Höhe des Otolithen auf einem gekrümmten Gefässe, das aus dem Trichter entsteht und laufen in gerader Linie auf den Kanten der schmalen Körperseite bis zur Basis der Lappen. Hier verkleinern sich die Plättchen nach Verhältniss, aber die Linie setzt sich auf der gewölbten Fläche des Lappens durch die Wimperfurche und immer schmäler werdende Plättchen fort, die schliesslich in starre, hornige, aber sehr bewegliche Cilien übergehen. Auf diese Art setzen sich die Linien auf der Wölbung der Lappen selbst bis nach dem Rande zu fort, wo sie dann vollständig verschwinden. An der von uns untersuchten Art haben wir die reizenden Arabesken, in welche jene Linien, die nur durch das Vorhandensein des Gefässes angedeutet waren, auf der Oberfläche der Lappen anderer Arten auslaufen, nicht constatiren können. Diese Contouren, bei denen schliesslich von der Rippe nur das des gesammten Wimperapparates beraubte Gefäss noch existirt, sind bei den jungen Bolina schön sichtbar; wenn die Lappen bis zur Hälfte ihrer Entwickelung vorgeschritten sind, sieht man sie, nachdem sie das carrirte Feld des Lappens umsäumt haben, sich nach dem Munde zu vereinigen und in das Gastralgefäss öffnen. In älteren Exemplaren ist es uns aber nicht gelungen, sie mit Sicherheit zu con-

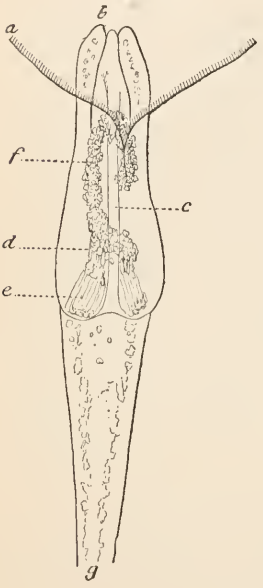
statiren, während man sie an anderen Gattungen der Ordnung der Lobaten leicht sehen kann.

Die kurzen Rippen nennt Chun subtentaculäre; man könnte sie mit vollem Rechte auch Auricularrippen nennen. Sie beginnen an dem hervorstehenden Ende der aboralen Erhöhungen und gehen hier beträchtlich weiter, als die langen Rippen. Sie laufen auf den Kanten der Breitseite des Körpers hin, schweifen erst ein wenig ab, nähern sich dann aber wieder, um die Anhaftungsstelle der Aurikeln zu erreichen. Hier hören plötzlich die Schwimmplättchen, Geschlechtsorgane und Polster auf, während sich die Rippe auf den Rändern der Aurikeln bis an deren gekrümmte Spitze in einer Reihe horniger, starrer Haare fortsetzt, die beständig in Bewegung sind. Die Aurikeln an sich sind ziemlich unbeweglich; man sieht sie fast immer in den Lagen, in denen sie in Figur 72 und 73 dargestellt sind; zuweilen legen sie ihre Spitze langsam zurück, wie dies Figur 71 zeigt. Auch die Muskelfasern sind hier wenig entwickelt, und da die Aurikeln nur mit gewöhnlichem Epithelium bedeckt sind, kann man diese Theile nicht als Tastorgane betrachten. Wir stimmen mit Chun überein und glauben, dass die continuirliche Bewegung der starren Wimpern, welche die Aurikeln fortlaufend umsäumen, dazu dient, eine beständige Bewegung des in dem Mundvorhofe enthaltenen Wassers herbeizuführen. Durch diese Bewegung können sogar kleine schwimmende Körperchen nach dem Munde geführt werden, und hierbei ist die Ersetzung des Wassers durch die Oeffnungen hindurch nicht ausgeschlossen, die an der Anhaftungsstelle der Lappen beim Schliessen derselben gebildet werden und die man wohl Erneuerungsöffnungen nennen könnte. Die genaue Structur der Rippengefässe werden wir später besprechen.

Die Tentakeln oder Fangfäden (*o*, Fig. 75, 79 bis 81) haben einen sehr complicirten Bau, von dem wir uns am besten eine Vorstellung machen können, wenn wir uns zunächst an junge Larven halten, an denen die ursprünglichen Verhältnisse noch keine Aenderung erlitten haben. Betrachtet man diese Larven vom Mundpole aus (Fig. 75), so sieht man rechtwinkelig auf der durch die Mundöffnung bezeichneten Ebene und in ziemlich grosser Entfernung vom Munde selbst, zwei ein wenig ovale, fast runde Kapseln (o^1), die mittelst eines kurzen Gefässes mit einem der Hauptäste des Gastrovascularsystemes in Verbindung stehen. Auf dem nach der Oberfläche zu gedrehten Ende haben diese Kapseln eine kleine, vollkommen runde Oeffnung. Sieht man näher hin, so findet man, dass die Gefässstämme (o^2) dieser beiden Kapseln von den secundären Aesten der Canäle ausgehen; und zwar in der Weise, dass bei der Stellung der Larve, wie unsere Figur sie giebt, also bei verticaler Richtung der Mundspalte, der Stamm der linken Kapsel von dem linken oberen Aste, der Stamm der rechten Kapsel aber von dem rechten unteren Aste ausgeht. Indem nun die Stämme

eine etwas schräge Richtung annehmen, erreichen sie den Grund der Kapseln, welche genau in der, die Mundspalte kreuzenden, Transversalebene liegen. Die Gefässstämme, die zugleich aus der Tiefe nach der Oberfläche aufsteigen, scheinen in der abgezeichneten Lage die Basen der Kapseln zu durchdringen; betrachtet man aber die Larve halb von der Seite, so sieht man genau, dass der Gefässstamm sich unterhalb der Basis der Kapsel becherförmig erweitert, so dass die Kapsel mit wenigstens der Hälfte ihres Umfanges in die Erweiterung eingesenkt erscheint (Fig. 84). Die Kapsel steckt also in dem von allen Seiten geschlossenen Ende des Gefässstammes etwa wie eine Eichel in ihrem Napfe. Die Kapsel selbst hat ziemlich dicke Wände, und von ihrem Grunde läuft, in einer Art Polster befestigt, ein fester cylindrischer Faden aus (Fig. 75, *o*), auf welchem zwei Reihen wechselständiger secundärer Stielchen stehen, die an ihrem Ende Knospen tragen, welche bei schwacher Vergrösserung Nesselknöpfen ähnlich sehen. So erscheint der entwickelte Tentakel; er kann sich aber vollständig in die Kapsel zurückziehen und ähnelt in diesem Zustande, den wir auf der rechten Seite der Fig. 75 dargestellt haben, einem Blumenkohlkopfe, der auf einem Stiele sitzt.

Fig. 79.

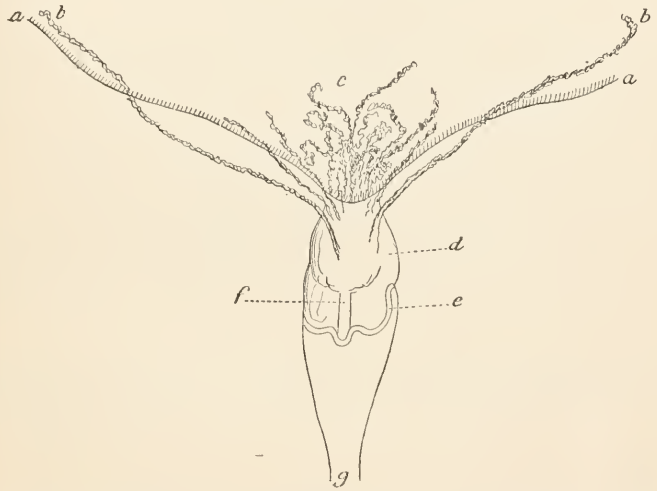


Bolina norvegica. Tentakelkapsel mit dem darin zurückgezogenen Fangfaden. *a*, Wimperrinne; *b*, Lippen der Kapsel, die sich in deren Wände fortsetzen; *c*, Befestigungsaxe des Fangfadens; *d*, befestigte Wurzel desselben; *e*, Muskelkissen mit strahlenförmigen Fasern; *f*, freier, zurückgeschlagener Theil des Fangfadens; *g*, Tantakelgefäss.

Durch das Wachsen zieht sich der Körper von Bolina allmählich in die Länge und plattet sich zugleich mehr ab. Diese beiden Bewegungen erklären uns die Veränderungen, welche wir an dem Tentakelapparate der älteren Exemplare beobachten. Die Kapselöffnung hat sich dem Munde so genähert, dass sie auf beiden Seiten den stumpfen Winkel der Mundspalte einnimmt (*o*, Fig. 73); die beträchtlich in die Länge gezogene Kapsel hat jetzt die Form einer Blumenknospe, und das Gefäss, welches nach oben steigt, heftet sich mit einem hohlen Stiele an sie an, ohne selbst die Basis vollständig zu umgeben (*g*, Fig. 79). Die Kapselöffnung wird von einigen stumpfen Erhöhungen umgeben, wie ein noch geschlossener Kelch von seinen Blättchen (*b*), und überragt ein wenig, gleich einer Knospe, die Wimperrinne (*a*), die sich von den stumpfen Winkeln des Mundvierecks nach

den spitzen hinzieht. Wenn der Tentakel eingezogen ist (*f*, Fig. 79), sieht man ihn im Inneren der Kapsel wie eine behaarte Raupe zusammengefaltet, und bemerkt zu gleicher Zeit eine feste Axe (*e*), die namentlich gut sichtbar ist, wenn man die Kapsel in der Richtung der genannten Rinne betrachtet. Die Axe ist mit dem Grunde der Kapsel verwachsen und steckt hier in einer Art Polster von noch festerer Substanz, aus welchem Muskelfasern (*e*) nach der Basis des Tentakels hin strahlen. Der Tentakel selbst hat namhafte Veränderungen erlitten. Wir haben ihn nie mehr entfaltet gesehen, als wie wir es in Fig. 80 veranschaulicht haben. Er hat dann die Form einer Keule oder einer

Fig. 80.



Ausgestreckter Fangfaden. *a*, Wimperrinne des Mundes; *b*, längere, in der Wimperrinne liegende Seitenfäden; *c*, Büschel von Seitenfäden; *d*, Kapsel; *e*, deren Basis; *f*, Axe des Fangfadens; *g*, Tentakelgefäss.

Spindel, deren Ende mit einer Menge unregelmässig gewundener und körniger Fäden von gleicher Stärke besetzt ist (*c*), die aber die bei den Larven so ausgeprägten Endknöspchen nicht aufweisen. Zwei dieser Fäden (*b*), die weit länger als die übrigen sind und der Basis der herausragenden Keule am nächsten stehen, legen sich immer in die Mundrinnen (*a*), während die übrigen, kürzeren, Büschel zu bilden scheinen, die aus der Rinne heraustreten. In Wirklichkeit aber sind diese Fäden streng von einander geschieden. In diesem Zustande der Ausdehnung füllt die Keule die Kapsel so vollständig aus (*d*), dass man am lebenden Thiere die Wände nicht von ihr unterscheiden kann; man sieht nur die Fortsetzung des Gefässes, die von der Keule durch eine starke Zwischenwand mit doppelter Contour (*e*) geschieden ist, auf welcher

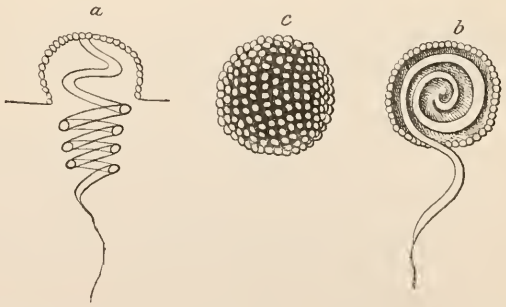
die erwähnte feste Achse (*f*) angewachsen ist. Fäden und Tentakel sind von gelblicher Färbung und lassen sich sehr leicht erkennen.

Es ist kaum möglich, mehr an dem lebenden Individuum zu unterscheiden; eine weitere Untersuchung mit Hülfe von Reagentien und Schnitten liefert jedoch noch eine Menge interessanter Einzelheiten. Stärkere Vergrösserungen lassen uns den Bau der Greifzellen erkennen, mit denen die Senkfäden besetzt sind. Wir haben jedoch vorgezogen, unsere Beschreibungen nach mässig vergrösserten Theilen zu machen, um den Anfänger bei seinen Studien anzuleiten.

Längs- und Querschnitte zeigen uns ferner, dass das auf dem Grunde der Kapsel befindliche und aus dicken Zellen gebildete Tentakelkissen noch durch die Wände des Tentakelgefässes verstärkt ist, die nach der Kapsel hin verdickt sind, und dass dieses Kissen selbst, indem es sich auf der dem Magen gegenüberliegenden Kapselwand emporhebt, jene Axe bildet, die wir am lebenden Exemplare hervorgehoben haben. Auf einem Querschnitte erscheint diese Axe in Form eines Halbmondes mit hervorspringendem Mittelpunkte, dessen Hörner von den ungemein dünnen Fortsätzen des Tentakelgefässes gebildet sind. Die Axe zeigt ferner noch zwei fächerförmige Muskelbündel (*e*, Fig. 79), welche nach ihrer Vereinigung den Tentakelstiel bilden und sich bis in die secundären Senkfäden fortsetzen, die übrigens in ihrem Inneren noch durch einen festen Cylinder von gallertartiger Substanz Halt bekommen.

Die Tentakel sowohl wie die secundären Senkfäden sind bei den ausgebildeten Bolinen mit einem Epithelium von eigenthümlichen Zellen bedeckt, welche Chun Greifzellen genannt hat. Sie sind gallert-

Fig. 81.



Greifzellen der Fangfäden. *a*, Seitenansicht; *b*, Ansicht von unten mit eingerolltem Faden; *c*, Ansicht von oben mit den Klebkörnern (nach Chun).

artig (Fig. 81) und haben die Form einer gewölbten Scheibe, eines Kugelsegments, ähnlich wie der Kopf jener Nägel, die man zu Polstermöbeln verwendet. Die gewölbte Oberfläche (*c*) ist mit kleinen Vor-

sprüngen besetzt, welche so klebrig sind, dass sie sofort an Glas oder dem polirten Stahl der Instrumente haften bleiben, mit denen man den Tentakel berühren würde. Sie halten auch die kleinen Crustaceen, von denen sich die Rippenquallen nähren, sofort fest und rauben ihnen die Bewegung. Im Mittelpunkte der Wölbung haftet auf der Innenseite ein anscheinend muskulöser Faden (*d*), der sich spiralförmig in die Gallertmasse zusammenwindet, wenn die Scheibe auf der Tentakelfläche aufliegt, wo sie eine Art Warze bildet, der sich aber aufrollt (*a*), sobald jene an einem fremden Körper klebt. Der an sich ziemlich starke Faden verdünnt sich plötzlich beim Eintritte in die Tentakelsubstanz; er lässt sich dann als ein sehr feines Fädchen in den Muskelschichten verfolgen, wo er mit einer der Fasern verschmilzt; er scheint also selbst muskulöser Natur zu sein, unterscheidet sich aber durch seine Elasticität von den wirklichen Muskelfasern. Wir betrachten diese Greifzellen als besonders eigenthümliche Modificationen der Nematocysten, die übrigens auch Fortsätze nach innen zeigen, durch welche sie mit den Muskeln verbunden sind.

Ausser diesen Greifzellen findet man bei gewissen Rippenquallen noch Sinnes- oder Tastzellen mit steifen Endhärchen, die gleichfalls nach innen in dünne Fäden auslaufen. Diese Zellen sind spärlich vorhanden, aber namentlich an den secundären Tentakelfäden leichter sichtbar.

Das Centralorgan. — Um uns mit dem Bau des Centralorganes vertraut zu machen, nehmen wir zunächst wieder die Larven zu Hülfe, bei denen es noch nahe an der Oberfläche liegt und nur durch eine wenig hervortretende Erhöhung bedeckt ist.

Betrachtet man eine Larve vom aboralen Pole aus (Fig. 76), so sieht man im Centrum des nahezu kugelrunden Körpers ein dunkles Körperchen (*y*), das aus kleinen krystallinischen Körnchen besteht und, wie eine Seitenansicht zeigt, in eine vollkommen durchsichtige Glocke eingeschlossen ist. Dies ist der Otolith. Die Glocke, von der man nur den fast kreisrunden Umriss sieht, scheint zwei Gefässstämme auszusenden, die sich ein erstes und ein zweites Mal gabeln und so die acht Rippengefässe bilden. Auf zwei Aesten der ersten Gabelung sitzen, genau so wie die Tentakelkapseln an der gegenüberliegenden Seite (o^1, Fig. 75), zwei hohle Bläschen mit weiten Oeffnungen, den sogenannten Excretionsöffnungen (*y*, Fig. 76). Unmittelbar neben der Otolithenglocke bemerkt man zwei kleine kolbenförmige Körper, deren convexe Seite nach dem Otolithen zu gewendet ist und die sich in je einer kleinen Mündung nach dem Zwischenrippenraume öffnen, der noch nicht von einer Excretionsöffnung besetzt ist. Wir nennen diese Organe die Excretionsfläschchen (*x*). Hinter jenen Fläschchen sieht man zwei stark hervortretende polsterartige Streifen von elliptischer Form, die einen hellen centralen Raum umgeben; dies sind die

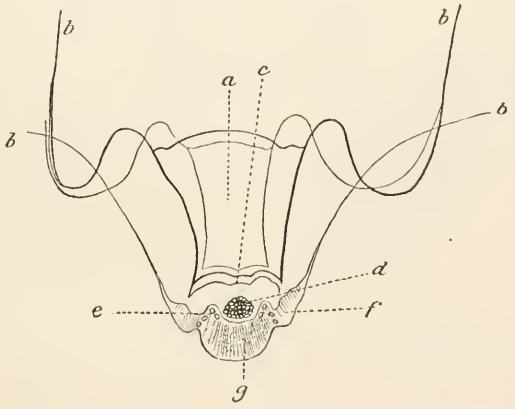
Polfelder (*w*), auf denen man eine sehr lebhafte Wimperbewegung bemerkt.

Eine durch den Otolithen und die beiden Polfelder gelegte Ebene würde mit der Gastralebene zusammenfallen und auf der Tentakelebene senkrecht stehen, wenn ihr nicht die Polfeder eine etwas schräge Richtung ertheilten. Der Winkel, den diese Ebene der Polfelder mit der Gastralebene bildet, ist allerdings sehr klein, doch haben wir ihn an allen von uns untersuchten Larven constatiren können; also ist er normal. Diese Ablenkung ist auch noch an älteren Individuen, aber weit weniger deutlich, sichtbar.

Ueberhaupt haben sich an den älteren Thieren die ursprünglichen Verhältnisse infolge des bedeutenden Wachsthums der das Centralorgan umgebenden Körpertheile und durch die ausgesprochene Abplattung des Körpers selbst ganz beträchtlich geändert. Die Polfelder haben sich in die Länge gezogen und die Erhebungen, auf denen die Rippen endigen, sind stärker hervorgetreten, so dass das Centralorgan auf dem Grunde einer Spalte liegt, die im Sinne der Gastralebene lang ausgezogen und durch die Verlängerung der kurzen Rippen nach dem aboralen Pole zu in zwei rautenförmige Spalten getrennt ist. Betrachtet man das Thier vom genannten Pole aus (Fig. 74), so sieht man also nur diese Apicalspalte (*c*) mit zwei Oeffnungen; die Enden der Rippen weisen nach dieser Spalte hin, auf deren Grunde man trotz der Durchsichtigkeit der Gewebe die Umrisse der darunter liegenden Theile nicht scharf erkennen kann. Die weitere Untersuchung wird noch durch das Vorhandensein von ziemlich starken Muskelfaserbündeln erschwert, die namentlich in älteren Individuen sehr entwickelt auftreten, und sich vom Centralorgan in die Körpermasse und nach den eben erwähnten Erhebungen hin erstrecken. Infolge ihres Zusammenziehens ändert das Centralorgan beständig seine Lage, so dass es sich bald in der Nähe des Magens, bald nahe der Oberfläche befindet; seine Contouren wechseln gleichfalls ununterbrochen, und jene Spalte zeigt sich einmal geschlossen, ein anderes Mal wieder weit offen stehend oder wird ganz unkenntlich. Die Reagentien (Osmiumsäure u. s. w.) wirken auf die Formen der einzelnen Theile zusammenziehend und verunstaltend. Nur mit grosser Geduld kann man befriedigende Ergebnisse erlangen. Unsere Figur 82 vergegenwärtigt die wechselseitigen Beziehungen der Organe. Die Lippen der Spalte stehen gespreizt offen, so dass diese eine Art Trichter bildet, auf dessen Grunde man das Centralorgan mit seiner Glocke (*c*), den Otolithen (*d*) und seine Umgebung sehen kann; die Contouren der seitwärts gezogenen Erhebungen sind gleichfalls bemerkbar; die Erhebungen selbst zeigen sich als Vorsprünge im Inneren des Trichters, auf dessen Rändern sich die dünnen Fortsätze der Rippen befinden (*b*), welche nach dem Centralorgane convergiren.

Abgesehen von den umgebenden Erhöhungen ist das Centralorgan durch eine Art Glocke geschützt, die durch das Auseinanderziehen der übrigen Theile an ihrer Grundfläche ein Rechteck mit abgestumpften Ecken bildet, das an den der Tentakelebene entsprechenden Wänden ein wenig eingeschnürt ist. Diese Glocke (*c*, Fig. 82 und 83) besteht, wie es der abgebildete Schnitt zeigt, aus verwachsenen Wimperhärchen vom Rande des zum Sinnesorgane gehörigen Kissens, und ist an ihrer Basis mit vier den Rippen entsprechenden und zwei anderen Oeffnungen versehen, welche letzteren von den bei der Larve sichtbaren Bläschen herrühren und in Beziehung auf die Polfelder schief stehen. Die Rippen, die in der Larve vom Centralorgane völlig getrennt waren,

Fig. 82.



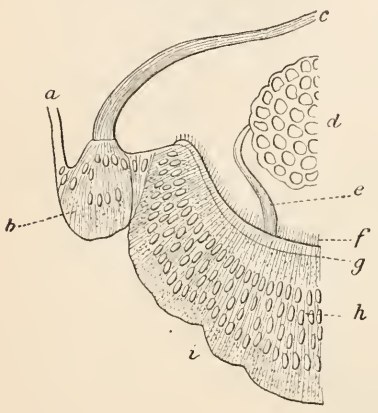
Ansicht des in die geöffnete Scheitelspalte zurückgezogenen Centralorganes. *a*, Höhle der Scheitelspalte; *b*, Fortsetzungen der Rippen, die über die Scheitelwülste nach dem Centralorgane hin laufen; *c*, Glocke; *d*, Otolith; *e*, Krystallkörper, die sich im Centralkissen bilden; *f*, Polfelder im Profil gesehen; *g*, Sinnespolster.

haben sich ihm jetzt, dem Laufe der Gastrovasculargefässe folgend, genähert und reichen sogar fast bis an den Otolithen, wobei sie, wie auf den Lappen und Aurikeln, an Stärke verloren haben. Sie stellen sich als wenig erhabene, mit einfachen Cilien besetzte Linien dar, vereinigen sich paarweise und dringen in die Basis der Glocke durch vier Einschnitte ein, durch welche auch das Meerwasser freien Zutritt hat. Schliesslich laufen sie dem Centrum des Otolithen zu; an dessen Rändern angelangt, richten die kreuzweise stehenden Doppellinien ihre Wimpern empor, welche zusammenkleben und so vier *S*förmig gekrümmte Federn (*e*) bilden, die an der Basis breit sind, sich mit einer ziemlich feinen Spitze an den Otolithen anheften und diesen wie einen Globus auf vierfüssigem Gestell frei schwebend tragen (Fig. 83, a. f. S.)

Ausser den zitternden Bewegungen, die dem Otolithen durch die Wimpercilien des unter ihm liegenden Kissens mitgetheilt werden, erleidet er noch beträchtlichere Ortsveränderungen durch das Zusammenziehen jener Federn.

Der Otolith (*d*, Fig. 83) besteht aus kleinen krystallartigen Körpern, welche durch eine ziemlich dichte Gallertsubstanz zusammengehalten werden und sich schon in den schwächsten Säuren auflösen. Auf Präparaten und Schnitten erscheint also der Otolith als ein kugelförmiges dichtes Maschengewebe mit zahlreichen, von den aufgelösten Krystallen besetzt gewesenen Löchern. Diese krystallartigen Körperchen bilden sich augenscheinlich in dem Basalkissen; so sieht man z. B. bei Bolina stets einige vorräthige Otolithenkrystalle (*e*, Fig. 82) zwischen den Zellen des Kissens nahe der Oberfläche liegen.

Fig. 83.



Ansicht der Hälfte eines Durchschnittes des Centralorganes von *Callianira bialata*. *a*, Contour der Körperwand; *b*, seitliche Fortsetzung des Sinneskissens nach dem Polfelde hin; *c*, Otolithenglocke; *d*, Otolith; *e*, Feder, die den Otolithen stützt; *f*, Wimpercilien; *g*, Cuticula? *h*, Strahlenzellen des Sinnespolsters; *i*, Begrenzungshaut. (Nach Hertwig.)

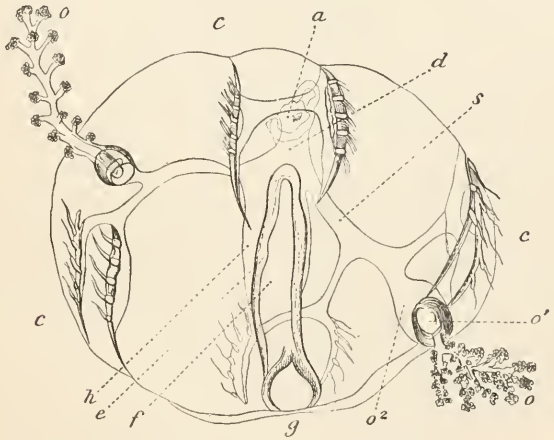
Das Sinnespolster (*g*, Fig. 82; *i*, Fig. 83), auf welchem der Otolith so lange direct aufliegt, als bei den Larven jene Federn noch nicht entwickelt sind, ist nur eine eigenthümliche Umformung der Epitheliumzellen des Körpers, die hier sehr lang und fadenförmig werden (*h*), sehr ansehnliche spindelförmige Kerne besitzen und auf ihrer freien Oberfläche mit Wimpercilien (*f*) besetzt sind, deren Basis vom Zellkörper durch eine scharfe Contour getrennt erscheint, die vielleicht das Vorhandensein einer Cuticula verräth (*g*). Das Polster stellt sich als ziemlich dicke, gewölbte Scheibe dar, deren concave Seite nach dem Otolithen hin gewendet ist. Auf einem Schnitte (Fig. 83) sieht man die Zellen als Fäden, zwischen denen die Kerne sehr gut sichtbar sind; ausserdem kann man sich davon überzeugen, dass die Glocke und Federn aus verwachsenen Cilien bestehen.

Die Polfelder (Fig. 76) bestehen stets aus zwei Theilen: aus dem Polpolster (*v*), das eine mit dem Sinnespolster in unmittelbarer Verbindung stehende Schlinge bildet und aus einer inneren ebenen, einge-

drückten Fläche, der Polfläche (*w*), die mit einem Pflasterepithelium bekleidet ist, dessen Zellen je eine lange, aus mehreren an einander klebenden Cilien bestehende Borste tragen. Auf diesen Flächen liegen bei der Larve die Oeffnungen der Excretionsfläschchen. Die Polsterzellen selbst sind dagegen grösser, walzenförmig und mit mehreren gesonderten und kürzeren Wimpercilien besetzt.

Noch kein Beobachter hat in diesen Organen Nervenfäden oder Ganglienzellen nachweisen können. Die nach den Rippen hin strahlenden und von Chun als acht Nerven beschriebenen Theile sind seinem eigenen Geständnisse nach nur aus polygonalen oder auch spindel-

Fig. 84.



Junge Larve von *Bolina norvegica* in Dreiviertelansicht, um die ursprünglichen Beziehungen der Gefässcanäle zu den übrigen Organen zu zeigen. *a*, Centralorgan; *c c*, Rippen in der Entstehung begriffen; *d*, Trichter; *e*, Magenwände; *f*, Magenhöhle; *g*, Mund; *h*, Magengefäss; *o*, Fangfaden; o^1, dessen Kapsel; o^2, Tentakelgefäss; *s*, Gefässstamm.

förmigen Zellen mit sehr dünnen Wänden gebildet, deren Kerne man für gewöhnlich nicht zu erkennen vermag. Diese Gebilde setzen sich in den Mittelrinnen der Rippen fort, die derselbe Forscher als Nerven zu bezeichnen scheint. Die bis jetzt angestellten Untersuchungen lassen also hier eine beträchtliche Lücke, auf welche die physiologischen Untersuchungen hindeuten, nach welchen die Bewegungen der Schwimmplättchen zweifellos von Erregungen des Centralorganes abhängen.

Gastrovascularsystem. — Um uns über die Einrichtung dieses Canalsystemes klar zu werden, wollen wir zunächst die noch kugeligen Larven zu Hülfe nehmen, an denen die Lappen noch nicht entwickelt sind. Wenn man eine solche Larve vom apicalen Pole (Fig. 76), oder vom Mundpole (Fig. 75) aus, oder auch schief von oben

her betrachtet (Fig. 84, a. v. S.), so sieht man, rechtwinklig zur Mundebene ausgehend, zwei Gefässstämme (*s*, Fig. 75), die sich in geringer Entfernung gabeln. Aus zweien dieser secundären Gabeläste, dem unteren rechten und dem oberen linken, geht ein kurzer Verticalast hervor, der auf der Mundseite an der Tentakelbasis endet (o^2), während er auf der aboralen Seite in ein Bläschen ausgeht (*z*, Fig. 76), die Excretionsflasche, welches mit einer Absonderungsöffnung versehen ist. Diese beiden ampullenförmigen Organe, die Tentakelkapseln und die Excretionsflaschen, entsprechen sich also genau in Bezug auf ihre Lage, und wie man auch das Thier drehen mag, immer wird man sie auf demselben secundären Ast und mit den Enden in der Tentakelebene liegen sehen. In diesem Stadium zeigen sich die Rippen noch wie kurze Meridiankreise an dem Aequator des kugelartigen Körpers und erreichen keinen der Pole. Je nach der Entwickelung der Rippen nun haben die secundären Aeste eine mehr oder weniger lange Strecke zu durchlaufen, gabeln sich dann von Neuem, und jedes der so entstandenen Aestchen wendet sich nach dem apicalen Ende einer Rippe, die es ihrer ganzen Länge nach begleitet.

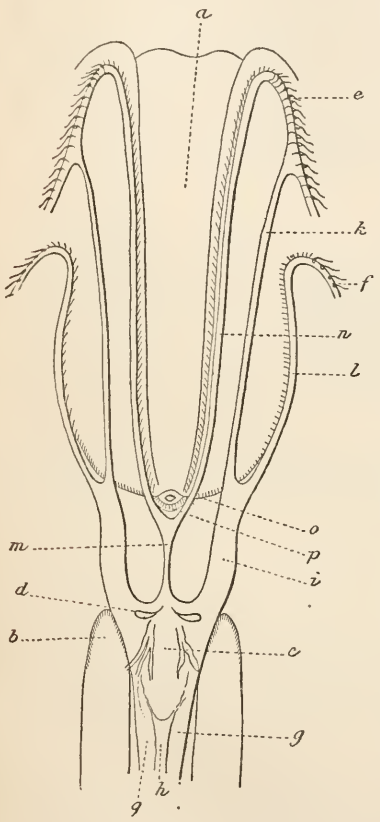
Dieser Weg führt die Gefässe nach dem Mundpole zurück, und die Aeste eines jeden aus einer langen und einer kurzen Rippe zusammengesetzten Rippenpaares (u^1, Fig. 75) vereinigen sich zu einem Secundärstamme (t^1), welcher sich nach dem spitzen Winkel des Mundspaltes hinzieht, wo sich diese Stämme im Gastralgefässe vereinigen. Nachdem letzteres diese Zweigstämme aufgenommen hat (t^1), läuft es längs des Magens auf der Breitseite hin, so dass man beim Betrachten des Thieres vom Mundpole aus die Oeffnungen wie runde Löchelchen sieht (*r*). Um die Darstellung dieser Circulation zu vervollständigen, haben wir in Fig. 84 das halb von oben gesehene Bild einer ganz jungen Larve gegeben. Der Magen, der am apicalen Ende noch geschlossen, und dessen künftige Abplattung nur durch eine kleine Verzerrung des Mundes angedeutet ist, taucht mit diesem aboralen Ende in ein weites Reservoir (*d*), den künftigen Trichter, von welchem die Hauptstämme (*s*) nach den noch sehr kurzen Rippen hinlaufen. Das Reservoir setzt sich auf den dicken Magenwänden (*e*) fort und umgiebt den Magen auf ungefähr drei Viertel seiner Länge. Die Fortsätze der Rippencanäle nach dem Magen hin existiren noch nicht, aber in den Larven, wo sie bereits vorhanden sind (Fig. 75 und 76), bilden Trichter und Gastralcanäle zusammen eine senkrechte Gefässaxe, von welcher nach dem aboralen Pole hin die beiden Hauptstämme ausgehen, welche durch zweimalige Theilung die Rippengefässe bilden, die auf der Mundpolseite nach der Axe zurücklaufen.

Durch Abplattung des Körpers und Magens, Herantreten der Tentakeln und Absonderungsöffnungen an die Körperaxe, Entwickelung der Lappen und Aurikeln und durch den Umstand endlich, dass die

dem aboralen Pole nahe liegenden Theile in die Länge gezogen werden, ändern sich die Beziehungen der Gastrovascularcanäle beträchtlich.

Untersucht man ein älteres Thier von der Breitseite her (Fig. 85), so findet man folgende Anordnung des Gastrovascularsystemes. Der Magen überragt mit seinen seitlichen Wimpersäcken (*b*) das Reservoir, welches die Form eines breitgedrückten Kegels angenommen und welches man Trichter genannt hat (*c*).

Fig. 85.



Der Scheitelpol einer erwachsenen Bolina, von der breiten Seite gesehen, um die Vertheilung der gastrovasculären Canäle zu zeigen. *a*, Scheitelspalte; *b*, Seitenhöhlen des Magens; *c*, Trichter; *d*, Verbindungsspalte zwischen der Magenhöhle und dem Trichter; *e*, kurze Rippen; *f*, lange Rippen; *g*, Magengefäss; *h*, Tentakelgefäss; *i*, Seitencanäle; *k*, innerer Ast; *l*, äusserer Ast; *m*, Centralgefäss des Trichters; *n*, Zweig für eine kurze Rippe; *o*, Fortsetzung der Rippen zum Centralorgan *p*.

Die Magenhöhlung, in welcher wir die Seitenwülste erkennen, öffnet sich in den Trichter durch zwei Spalten (*d*), die in Uebereinstimmung mit der Breitseite gelegen sind. Wir haben oft kleine Körperchen aus einer dieser Spalten in die andere, in den Magen und in die Gefässe übertreten sehen, und zwar wurden sie durch die ganz beträchtliche Wimperbewegung fortgestossen, welche von den platten Wimperzellen herrührt, mit denen der Magen und die ganze Innenfläche der Gefässe ausgekleidet sind.

Vom Trichter gehen alle Gastrovascularcanäle aus, um sich entweder nach dem aboralen Pole oder, an die Magenwände angefügt, nach dem Munde hinzuwenden.

Es giebt zwei Magencanäle (*g*), die auf den Breitseiten des Magens hinlaufen und, wie man in unserer Zeichnung sieht, sich so decken, dass man nur einen davon bemerkt; diese Canäle sind nach dem Trichter zu weit, werden aber immer enger, je näher sie dem Munde kommen. Schon bei jungen Larven ohne Lappen sieht man sie an dem Magen angeheftet (*r*, Fig. 75).

An Larven, deren Lappen im Entstehen begriffen waren, haben wir constatiren können, dass sie sich auf die Ränder dieser Organe fortsetzen und mit den von den Rippencanälen gebildeten Schlingen in Verbindung stehen; doch ist es uns nicht gelungen diese Fortsetzungen auch an älteren Exemplaren zu beobachten. Bei letzteren stehen auf denselben Breitseiten des Magens die Tentakelcanäle (*h*, Fig. 85), die sich nach der Basis der Tentakeln hinziehen und in der oben beschriebenen Weise enden. Wie bei den Larven die Tentakeln in gewisser Entfernung vom Magen wurzeln (Fig. 75 und 84), so stehen auch bei ihnen die Tentakelcanäle vom Magen ab; eine Bildung, die sich bei vielen anderen Rippenquallen mit Fangfäden erhalten hat.

In aboraler Richtung gehen vom Trichter fünf Canäle aus: vier seitliche und ein mittlerer.

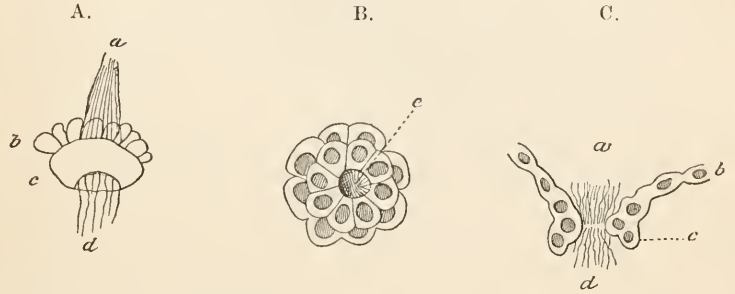
Jeder Seitencanal (*i*, Fig. 85) gabelt sich auf der Höhe des Centralorganes. Der innere Ast (*k*, Fig. 85) wendet sich direct einer kurzen Rippe zu (*e*), die er unterhalb ihres Anfangs erreicht, wo er sich mit dem aus dem Mittelgefässe kommenden Canale dieser Rippe vereinigt. Der äussere Ast dagegen läuft bis an den Anfang der langen Rippe (*f*), macht hier plötzlich eine Biegung und begleitet die Rippe ihrer ganzen Länge nach.

Das Mittelgefäss, auch Trichtergefäss genannt (*m*, Fig. 85), wendet sich direct nach dem Centralorgane hin. In der Nähe der Basis des letzteren theilt es sich in vier Aeste (*n*), die längs der Scheitelspalte nach dem oberen Theile der Erhöhung steigen, dort plötzlich umbiegen und die kurzen Rippen bis an ihr Ende begleiten. An jungen Exemplaren haben wir die Fortsätze dieser Aeste auf die Aurikeln constatiren können, aber an älteren waren sie nicht bestimmt zu erkennen. Die Canäle der kurzen Rippen nehmen also zwei Zuflüsse auf, deren erster aus dem Trichtergefäss, der zweite aus dem Seitencanale kommt, während die langen Rippen nur von einem Aste aus dem Seitengefässe gespeist werden. An der Basis des Centralorganes erweitert sich das Mittelgefäss ein wenig, und aus dieser Erweiterung entspringen vier sehr kurze Aeste, welche die vier Excretionsöffnungen tragen, nämlich die zwei weiten Mündungen der Excretionsflaschen, die bei der Larve entfernt von einander stehen (*z*, Fig. 76), und die zwei engeren Oeffnungen (x^1) der Excretionsfläschchen, die bei der Larve auf den Polfeldern selbst stehen.

Alle diese Canäle sind gleich dem Magen mit Wimperzellen ausgekleidet. Letztere sind indessen auf der äusseren Seite der Rippencanäle durch dickere cylindrische Zellen ersetzt, während sich auf der der Körpersubstanz zugekehrten Seite des Canales andere Gebilde zeigen, die unter dem Namen der Wimperrosetten bekannt sind (*k*, Fig. 78). Diese Rosetten (Fig. 86) sind unregelmässig, aber sehr zahlreich auf der Innenwand der Rippencanäle vertheilt; sie bestehen

aus zwei Kreisen von Zellen, die einen grossen Nucleus enthalten und mit ziemlich festen, aber sehr beweglichen Cilien besetzt sind. Die Rosetten bilden nach dem Parenchym hin eingesenkte und geöffnete Trichter. In der ziemlich engen, kreisrunden Oeffnung ihres Centrums bewegen sich die Cilien zum Theil nach dem Canal, zum Theil nach dem Parenchym hin, und nach der Behauptung Chun's durchwühlen die letztgenannten, nach innen gewendeten Cilien das Parenchym. Man könnte vielleicht diese Rosetten mit den bei den Würmern so verbreiteten Wimpertrichtern vergleichen.

Fig. 86.



Wimperrosetten von *Beroë ovata*. *A*, Seitenansicht; *B*, Ansicht von oben; *C*, optischer Durchschnitt. *a*, in den Canal ragende Wimperhaare; *b*, peripherische Zellen; *c*, innerer Zellencyklus; *d*, in das Parenchym ragende Wimperhaare; *e*, Centralöffnung des Trichters.

(*A* und *B* nach Chun; *C* nach Hertwig.)

Im Ganzen genommen sind die anatomischen Unterschiede bei den tentakeltragenden Rippenquallen wenig ausgeprägt; letztere bilden eine eng zusammengeschlossene Gruppe, die den Beroiden oder Eurystomen gegenübersteht, welche bemerkenswerthe Unterschiede des Baues aufweisen.

Bei den Tentaculiferen kann der Körper die ursprüngliche kugelige, ovale oder ein wenig in die Länge gezogene Gestalt beibehalten (*Hormiphora, Euplokamis*); er kann in der Richtung der Gastralebene zusammengedrückt (*Euchlora, Charistephane*) oder noch öfter im Sinne der Tentakelebene comprimirt sein (*Eucharis, Bolina, Cestus*). Bei den Cestiden geht diese Compression so weit, dass der Körper einem breiten Bande gleicht, in dessen Mitte die Körperaxe durch den Mund, den Magen, den Trichter und das Centralorgan angedeutet wird, die in einer Linie liegen, welche von einem Rande des Bandes nach dem anderen geht. Bei dieser Compression werden die Rippen immer ungleichmässiger und schliesslich bleiben bei den Cestiden nur vier übrig, die auf den Rändern des Bandes hinlaufen, während von den Zwischenrippen nur noch geringe Ueberbleibsel existiren. Bei den nicht comprimirten Formen zeigt also der Körper acht entschieden ausgesprochene Strahlen, bei den comprimirten dagegen wird diese Strahlung nach und nach so wenig auffällig, dass man an ihnen vier Strahlenpaare unterscheidet, von denen zwei Paare stets kürzer werden, bis man endlich zu einem zweistrahligen Körper gelangt, dessen Strahlen zwei einander sehr nahestehende Rippen tragen. Die Tentakeln, die bei allen Formen vorhanden sind, können bei den einen ungemein gross werden, während sie bei anderen kürzer bleiben (*Bolina, Lesueuria*); in ersterem Falle

können sie wieder einfach sein (*Euchlora*) oder Seitenfäden tragen (*Hormiphora, Pleurobrachia*). Die Lobaten (*Eucharis, Bolina*) sind nur eine höhere Entwickelungsstufe der Lappenlosen; ihre jungen Larven ähneln auch, wie wir gesehen haben, den letzteren. Alle Lobaten tragen zugleich mehr oder weniger bewegliche Anrikeln, die den übrigen fehlen. Bau und Anordnung der Organe sind augenscheinlich die gleichen; die Entwickelung von Fühlwärzchen bei Eucharis, von Zellen mit fluctuirenden Farben bei den Cestiden, von Pigmentzellen bei vielen anderen sind nur unwesentliche Abweichungen. Die Anordnung der Gefässe erscheint in dem Sinne verschieden, als bei den Cydippiden die Rippen- und Gastralgefässe isolirt endigen, ohne, wie bei den Lobaten und Cestiden, mit einander zu anastomisiren; wir haben uns an unseren erwachsenen Bolinen nicht durch den Augenschein von dieser Zusammenmündung überzeugen können, die indessen bei den Larven ersichtlich und uns ohne Zweifel nur der Durchsichtigkeit der Gewebe wegen entgangen ist. In Bezug auf Einzelnunterschiede, welche in der Bildung der Gewebe und ihrer Elemente vorwalten, müssen wir auf die eingehenden Monographien von R. Hertwig und von Chun verweisen.

Die Structur der Beroiden weicht sehr ab. Der Körper ist so zu sagen von der ungeheuren Magenhöhle absorbirt, deren Wände am aboralen Pole ein wenig verdickt scheinen. Auf diesem Körper laufen die in Bezug auf ihre Länge sich kaum unterscheidenden Rippen hin; der Körper selbst ist tonnenförmig und im Sinne der Tentakelebene leicht comprimirt. Die Gefässe, welche die Rippen begleiten, vereinigen sich sowohl unter einander, als auch mit den Gastralgefässen; sie senden ausserdem Aeste nach dem Parenchym, die oft in Säckchen endigen, oft auch sich verzweigen und in der Substanz ein Netz mit weiten Maschen bilden, das einem groben Capillargefässnetze ähnelt. Tentakeln und Lappen fehlen vollständig; die ersteren scheinen in Bezug auf ihre Function durch Endodermzellen ersetzt zu sein, welche die Mundhälfte der Gastralhöhle auskleiden und eine säbelartige Verlängerung tragen, die fast hornig und im Stande ist, die Beute zu verwunden und fest zu halten, welche das Thier verschluckt. Trichter und Centralorgan sind auf eine minimale Länge reducirt; die vier Hauptstämme, sowie ihre Verästungen in acht Rippengefässe, entspringen auf gleicher Höhe. Das Centralorgan liegt frei, es wird nur in der Mitte von einer verkümmerten Glocke bedeckt. Die Polfelder sind stark in die Länge gezogen und auf den Rändern mit verzweigten und durch Pigmentzellen lebhaft roth gefärbten Fransen umsäumt. Solche Pigmentzellen sind über den ganzen Körper verbreitet, dessen Epidermis ebenso ausgeprägte Unterschiede aufweist.

Obgleich die Rippenquallen offenbar strahlige Cölenteraten sind, muss man doch zugestehen, dass sie von ihrer ersten Entwickelung im Ei an Unterschiede darbieten, welche bedeutend genug sind, um diese Thiere nicht als Nachkömmlinge eines ihnen und den übrigen Cölenteraten gemeinsamen Stammes betrachten zu können. Namentlich das Vorhandensein des Trichters und Centralorganes, sowie die embryogene Entwickelung des Mesoderms und der Gastrovascularcanäle widerstreben der unmittelbaren Vereinigung dieser verschiedenen Typen. Die Rippenquallen bilden demnach einen Stamm für sich, der sich, wie Lang auf höchst sinnreiche Art nachzuweisen versucht hat, wohl in die Turbellarien und im Besonderen in die Polycladen fortsetzen könnte, welche Lang für Rippenquallen ansieht, die sich zu Kriechthieren umgewandelt haben. Weitere Forschungen sind ohne Zweifel noch nothwendig, um Licht in die Fragen zu bringen, die sich an diese Ansicht knüpfen.

Literatur. Milne Edwards (H.), *Observations sur la structure et les fonctions de quelques Zoophytes, etc., Ann. Sc. nat. Zoologie*, Serie II, vol. XVI, 1841. — Id.,

Note sur l'appareil gastrovasculaire de quelques Acalèphes, Ctènophores. Ann. Sc. nat. Zool., Serie IV, vol. VII, 1857. — Will, *Horae tergestinae*, Leipzig 1844. — Wagener, Ueber eigenthümlich gestaltete Haare der Beroë und Cydippe. Müller's Archiv, 1847. — Id., Ueber Beroë und Cydippe von Helgoland. Ibid. 1866. — Agassiz (L.), *Contributions to the Natural history of the Acaleghae of North America, Memoirs American Acad. of Arts and Sciences*, vol. IV, 1850. — Id., *Contributions to the Natural history of the U. St. of America*, vol. III, 1860. — Kölliker, Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. IV, 1853. — Id., Würzburger naturw. Zeitschr., Bd. V, 1864. — Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren, Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 22, Bd. I, 1856. — Claus, Bemerkungen über Ctenophoren und Medusen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XIV, 1864. — Kowalevsky, Entwickelungsgeschichte der Rippenquallen. Mém. Acad. Pétersb., vol. VII, serie IV, 1866. — Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger Rippenquallen, Berlin 1869. — Eimer, Zoologische Studien auf Capri, I. Beroë, Würzburg 1875. — Chun, Das Nervensystem und die Musculatur der Rippenquallen. Abhandl. Senckenb. Gesellsch., Frankfurt, Bd. XI, 1878. — Id., Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel; Leipzig 1880. — Agassiz (Al.) *Embryology of the Ctenophorae. Mem. American Acad. of Arts and Sciences*, vol. X, 1879. — Hertwig (Richard), Ueber den Bau der Ctenophoren, Jena. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XIV. 1880. — Lang (A.), Der Bau von *Gunda segmentata*, Mittheil. zool. Station Neapel, Bd. III, 1882.

Kreis der Würmer.

Gleich im Eingange müssen wir darauf hinweisen, dass dieser Kreis nur durch negative Merkmale definirt werden kann, und dass bis jetzt weder die vergleichende Anatomie noch die Ontogenie positive und allgemeine Merkmale haben liefern können, nach welchen man die Würmer unterscheiden könnte. Wir können unter den unendlich verschiedenen Formen, welche diesem Kreise angehören, keinen im Grunde identischen Organisationsplan aufstellen, wäre er auch bei den einen entwickelt, bei den anderen verkümmert durch verschiedene Anpassungen, auf den man die vorhandenen Gebilde zurückführen könnte. Wir wollen gern zugeben, dass alle Würmer seitlich symmetrisch sind; dass sich ihr Körper durch eine verticale Längsebene in zwei symmetrische Hälften theilen lässt, aber diese Körperbeschaffenheit ist keineswegs charakteristisch, da sie sich sogar bei allen Strahlthieren findet und überhaupt den meisten ausgebildeten Thieren gemeinsam ist. Es giebt einfache Würmer, die ein einziges Ganzes bilden; sodann giebt es welche, deren Körper nur an der Oberfläche geringelt ist, während andere aus mehr oder weniger homonomen Segmenten oder Metameren zusammengesetzt sind, die aus einander entstehen und für die inneren Organe von geringerer oder grösserer Bedeutung sein können. Man kann aber die allmähliche Entwickelung dieser mehr und mehr specialisirten Segmentation bis zu den Arthropoden verfolgen, ohne dass man

eine Grenzlinie ziehen könnte. Ausserdem beruft man sich noch auf das Vorhandensein eines Hautmuskelschlauches; aber abgesehen davon, dass diese Bildung auch anderwärts vorkommt, zeigt sie so verschiedene Stufen von Specialisirung und Einrichtung, dass man aus ihr keinen grossen Nutzen als allgemeines Merkmal ziehen kann. Das Vorhandensein von Excretionscanälen oder von paarigen Wassergefässen, d. h. Canälen, welche in den meisten Fällen eine Verbindung zwischen den inneren Organen und Kammern und den umgebenden Medien herstellen, scheint ziemlich allgemein zu sein; aber ausser dass sie eben bei weitem nicht überall constatirt werden können, finden sich diese Organe auch mehr oder weniger modificirt in anderen Kreisen. Alle anderen Systeme, Assimilations-, Bewegungs-, Circulations-, Athmungs-, Nerven- und Fortpflanzungsorgane bieten so grosse und tiefgehende Abweichungen, dass es kein Mittel giebt, sie auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführen. Die Embryogenie endlich legt uns eine Menge ursprünglicher Formen vor Augen, die, wenigstens unserer Ansicht nach, nicht auf einander zurückgeführt werden können.

Eine begründete und vollständige Classification ist bei dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse um so weniger möglich, als wir in den meisten Fällen an den zu einem halbwegs bestimmten Typus gehörenden Würmern unverkennbare Anzeichen fortschreitender Entwickelung oder rückläufiger Verkümmerung bemerken. Auch nähern sich in vielen Fällen diese Formen gegenseitig dergestalt, dass man über den Platz, den man ihnen anzuweisen hat, sehr verschiedener Meinung sein kann. Wir wollen als Beispiel nur die Hirudineen nennen, die wir als Plattwürmer betrachten, die aber durch die Entwickelung ihres Nerven- und Circulationssystemes eine so hohe Organisationsstufe erreicht haben, dass die meisten Zoologen sie zu den Gliederwürmern rechnen.

Gegenwärtig setzt man den Kreis der Würmer aus folgenden Classen zusammen: Platoden oder Plattwürmer, Nematelmen oder Fadenwürmer, Rotiferen oder Räderthiere, Gephyreen oder Sternwürmer und Anneliden oder Gliederwürmer. Aber für die meisten dieser Classen finden wir sogenannte aberrante Formen, welche die Uebergänge zu anderen Würmergruppen oder selbst zu anderen Kreisen bilden. Von diesen abirrenden Formen liefern Beispiele: die Dermoscoleciden, Chaetosomiden, Chaetognathen und Acanthocephalen, die man zu den Fadenwürmern stellt; die Echinoderen und Gastrotrichen, die man den Rotiferen zugesellt, die Balanoglossen, welche viele Forscher den Gephyreen, andere den Echinodermen anreihen, und endlich die Myzostomen, die man den Anneliden anschliesst.

Beispiele von fortschreitenden und rückschreitenden Formen mangeln ebenfalls nicht. Die Trematoden und Cestoden sind sicher Turbellarien, auf welche der Parasitismus beträchtlich eingewirkt hat,

ganz wie der sedentäre Zustand anderseits die Röhrenanneliden hat zurückgehen lassen.

Durch die Anfangsformen der Embryonen und Larven endlich sind mehr oder weniger ersichtliche Verwandtschaften festgestellt worden, entweder unter den verschiedenen Classen oder mit ganz anderen Kreisen. Die Enteropneusten haben Larven, die im Allgemeinen denen gewisser Echinodermen ähneln; die Larven gewisser Nemertinen nähern sich denen der Bryozoen; die Anfangsformen einiger Anneliden können mit denen gewisser Mollusken verwechselt werden, und eine Menge Züge in der Organisation weisen auf die Echinodermen, Mollusken, ja selbst auf die Wirbelthiere hin.

Wir stellen also offenbar in diesem Kreise eine Menge abweichender Typen zusammen, die von den verschiedensten ursprünglichen Formen herrühren; demnach können wir diesen Kreis auch nicht, wie man in letzter Zeit oft gethan hat, als einen gemeinsamen Stamm betrachten, von dem durch Weiterentwickelung alle die Kreise ausgegangen wären, mit denen wir uns in dem Folgenden zu beschäftigen haben werden. Wir haben vielmehr ein Conglomerat von Formen vor uns, die von verschiedenen Stammformen herrühren, deren ursprüngliche Typen sich vielfältig entwickelt haben, entweder complicirtere Organismen geworden, mehr oder weniger stationär geblieben, oder selbst auch unter dem Einflusse verschiedener Anpassungen zurückgegangen sind.

Bei der Wahl der Typen, auf welche wir unsere Beschreibungen stützen, sind wir einestheils durch die Erwägungen, die sich aus den genannten Thatsachen ergeben, anderentheils durch die Wichtigkeit der Gruppen geleitet worden, die in den Classen vereinigt sind. In einigen Classen haben wir bis zu den Ordnungen hinabsteigen müssen, in anderen uns auf die Wahl eines einzigen Typus beschränken können.

Classe der Platoden oder Plathelminthen.

Der meist stark abgeplattete Körper zeigt eine Rückenfläche, die einer Bauchfläche gegenüber steht; er ist in vielen Fällen einfach, ohne weitere Theilung. Dies ist das allgemeinste Merkmal dieser Classe, in der fortschreitende und rückschreitende Entwickelungen zu gleicher Zeit zu Tage treten, wovon letztere dem mehr oder minder ausgeprägteren Parasitismus zuzuschreiben sind.

Im Allgemeinen ist bei den beständig frei lebenden Formen oder bei den Embryonen der Parasiten, so lange sie noch frei sind, der Körper mit Wimpercilien bedeckt, die das hauptsächlichste Bewegungsorgan ausmachen. Dies ist bei den Turbellarien und Nemertinen der

Fall, die mit Hülfe der Cilien kriechen und gleiten, während die Embryonen gewisser Trematoden und Cestoden sich ihrer zum Schwimmen bedienen. Bei den Hirudineen sind die Wimpercilien vollständig auf die inneren Organe beschränkt.

Bei keinem Plattwurm existirt ein eigentliches Coelom, eine Leibeshöhle, in welcher, wenigstens zum Theile, die Eingeweide frei aufgehängt sind. Die Organe sind unmittelbar vom Parenchym des Körpers umgeben, in welchem die aus dem Hautmuskelschlauch hervorgehenden Muskeln sich vertheilen, sodann die Nerven, die Gefässe und die verzweigten Drüsen. Wenn in diesem Parenchym oft Vacuolen existiren oder ein besonderes Darm-Endothelium auftritt, so sehen wir darin nur eine Stufe zur Entwickelung eines Coeloms und eines gesonderten Darmes.

Auch giebt es trotz des Aussehens der Cestoden einerseits und der Hirudineen anderseits keine wirkliche Segmentation. Bei den letzteren ist zweifellos ein Anfang zur Bildung von Segmenten und Metameren vorhanden und einerseits durch die äusserliche Ringelung des Körpers, anderseits durch die Einrichtung des Nerven- und Darmsystems, sowie der Absonderungs- und Geschlechtsorgane ausgedrückt. Aber diese beiden Segmentationen entsprechen sich nicht, um Segmente zu bilden, welche homonome Stücke der Organe enthalten; auch findet sich immer eine weit beträchtlichere Anzahl äusserer Ringe, die man eher als mehr oder weniger constante Hautfalten ansehen kann. Anderseits ist die Segmentation der Cestoden auf der Bildung zweier Arten von Theilen begründet, die sogar selbständig werden können und deren einer ein geschlechtsloses Individuum ist, welches durch Knospenbildung geschlechtliche Individuen erzeugt. Auf diese Weise bildet sich ein Generationswechsel, demjenigen ähnlich, welchen man bei vielen anderen Thieren antrifft.

Die Organe des Körpers erscheinen unter bedeutenden Modificationen, die den verschiedenen Gruppen eigenthümlich sind. Bei den niederen Formen ist das Nervensystem auf einen einzigen, aus zwei Hälften zusammengesetzten Centralknoten reducirt; es steigt allmählich zu einer Organisation auf, wie wir sie bei den Anneliden finden; der Kreislauf, der den niederen Formen ebenfalls abgeht, bildet sich bei den höher stehenden auf mehr oder weniger vollkommene Weise aus; das Darmsystem, welches bei vielen Formen aus einem hinten geschlossenen Canal besteht, kann bei den Parasiten (Cestoden) vollständig reducirt werden, oder auch zwei einander entgegengesetzte Oeffnungen aufweisen (Nemertinen, Hirudineen). In einigen Fällen zeigen sich auch Verzweigungen des Darmes, die denen der Cölenteraten ähneln. Das Wassergefässsystem ist immer stark entwickelt. Die meisten Plattwürmer sind Zwitter, und man findet bei vielen eine bemerkenswerthe Specialisation der weiblichen Geschlechtsorgane, wodurch die Bildung

der verschiedenen Theile des Eies auf sehr verschiedene Organe vertheilt ist. Ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung sind noch andere Arten, Knospung u. s. w. bei einigen Turbellarien und besonders bei den Parasiten verbreitet, während sich bei den frei lebenden Formen oft eine sehr complicirte Entwickelung durch Larvenformen zeigt.

Wir lassen bei den Plattwürmern folgende Ordnungen gelten:

1. Die Cestoden. Sie charakterisiren sich dadurch, dass den erwachsenen Individuen das Verdauungssystem und Wimpercilien fehlen, dass der Körper in den meisten Fällen aus zwei Arten von Individuen, geschlechtlichen und einem geschlechtslosen besteht, und dass sich am geschlechtslosen Individuum Befestigungsorgane finden.

2. Die Trematoden mit einfachem, ungeringeltem Körper, ohne Wimpercilien, aber mit Befestigungsorganen und einem Darmsystem ohne After versehen.

Diese beiden Ordnungen sind Parasiten und zumeist Zwitter. Den Trematoden entsprechen in freiem Zustande:

3. Die Turbellarien mit einfachem, blattartigem Körper, Wimpercilien auf der gesammten Körperoberfläche, einem blind geschlossenen Darm, aber ohne Befestigungsorgane.

4. Die Nemertinen mit länglichem Körper; sie sind mit Wimpercilien bedeckt, haben einen Darm mit After, einen vorstülpbaren, vom Darme getrennten Rüssel, und ein Circulationssystem. Die Geschlechter sind getrennt.

5. Die Hirudineen mit mehr oder weniger plattem, geringeltem Körper, dem die Wimpercilien fehlen. Sie sind Zwitter, mit Haftorganen und einem Darm mit zwei Oeffnungen versehen.

Ordnung der Cestoden.

Die Cestoden oder Bandwürmer sind platte, bandförmige, meist geringelte Würmer und Endoparasiten. Sie bestehen meist aus einem Kopfe oder Scolex, der die Haftorgane und einen Nervenknoten trägt, und aus einer Reihe von Segmenten (Proglottiden, welche die Excretions- und Geschlechtsorgane enthalten; letztere sind immer zwitterig. Verdauungscanal und Sinnesorgane existiren nicht. Die Entwickelung geschieht durch Metamorphosen.

Typus: *Taenia solium* (Lin.). — Dieser Wurm bewohnt die Gedärme des Menschen. Er wird meist mit den Excrementen in einzelnen Proglottiden ausgeschieden. Nur selten kann man ihn unversehrt in seiner ganzen Länge erhalten. Indessen ist das Stück, welches man infolge eines wurmabtreibenden Mittels erhält, gewöhnlich lang genug, um alles das zu zeigen, was wir beschreiben werden.

Nachdem man den Wurm sorgfältig gewaschen hat, beobachtet man ihn zunächst in frischem Zustande *) und behandelt ihn dann mit den Reagentien, die wir gelegentlich angeben werden. In den meisten Fällen indessen wird man ihn durch Vermittelung von Aerzten oder Apothekern erhalten, d. h. in Alkohol aufbewahrt; in diesem gehärteten Zustande ist es schwer, ihn zu Injectionen zu benutzen. Es gelingt zuweilen, ihn aufzuweichen und ihm sein natürliches Aussehen wieder zu geben, wenn man ihn eine kurze Zeit lang in Wasser bringt, das mit einem oder zwei Tropfen Ammoniak versetzt ist.

Fig. 87.

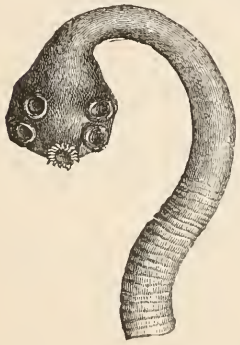


Fig. 88.

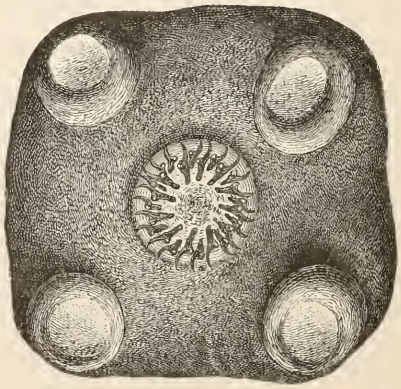


Fig. 87. — *Taenia solium.* Kopf und Hals in zwanzigfacher Vergrösserung (Figur von S. T. Stein entlehnt).

Fig. 88. — Scheitelansicht des Scolex von *Taenia solium*, um das Rostellum mit dem doppelten Hakenkranze und die vier Saugnäpfe zu zeigen. Fünfzigfache Vergrösserung (Figur von S. T. Stein).

Mit blossem Auge unterscheiden wir an dem Wurme zwei Gebilde: ein sehr dünnes, das nicht einmal 1 mm Dicke erreicht, dies ist der Kopf oder Scolex; das andere wird immer breiter, je weiter es sich vom Kopfe entfernt, dies ist die Kette oder Strobila, die aus Ringen oder Proglottiden zusammengesetzt ist. Letztere, die über 10 m lang werden kann, misst gewöhnlich nur 3 bis 4 m. Die Ringe, welche sie bilden, sind zuerst breiter als lang. In der Nähe des Kopfes sind sie nicht deutlich, nach der Mitte der Kette zu werden sie viereckig und endlich nach dem äussersten Ende hin länger als breit; sie

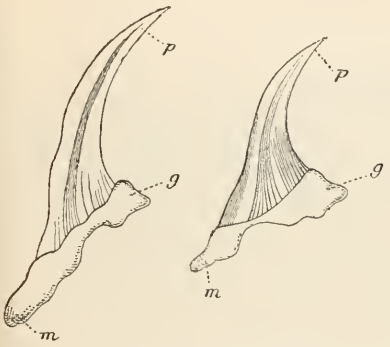
*) Die Beobachtung des lebenden Thieres kann namentlich für das Studium des Excretionssystemes von Nutzen sein. Man kann den Wurm mehrere Tage hindurch lebend erhalten in gewöhnlichem Wasser, das mit ein wenig Eiweiss versetzt ist. (Pintner.)

sind hier auf 5 bis 7 mm Breite oft länger als 1 cm. Wir werden diese beiden Gebilde einzeln studiren.

Scolex (Fig. 87 und 88). — Wie wir schon bemerkten, ist der Scolex das dünnste Ende des Wurmes. Er erzeugt durch wirkliche Knospenbildung an seinem hinteren Ende die Proglottiden, so dass die ihn direct berührende Proglottis die jüngste ist. Er stellt sich als ein Faden dar, den man abtrennt, um ihn unter dem Mikroskope zu beobachten.

Der Scolex ist birnförmig und in demselben Sinne wie die Ringe leicht abgeplattet, so dass sein Durchschnitt nicht rund, sondern viereckig ist. Nach vorn geht er in ein Rostellum aus, welches um seine Basis einen doppelten Kranz horniger Haken trägt. Diese (Fig. 89) stehen mit ihrem unteren Ende in kleinen Höhlungen der Tegumente. Man unterscheidet an ihnen mehrere Theile: den Stiel (*m*, Fig. 89), die Handhabe *g* und die Spitze *p*, die nach aussen vorspringt. Die Haken sind nicht alle von gleicher Dimension; die grössten, auf dem äusseren Kranze stehenden, messen von der Spitze bis zum Ende des Stieles 0,167 mm bis 0,175 mm, und die kleinsten 0,11 mm bis 0,13 mm (Leuckart). Ihre Zahl, meist 28, schwankt je nach den Individuen zwischen 24 und 30.

Fig. 89.



Ein grosser und ein kleiner Haken von *Taenia solium*. *m*, Stiel; *g*, Handhabe; *p*, Spitze.

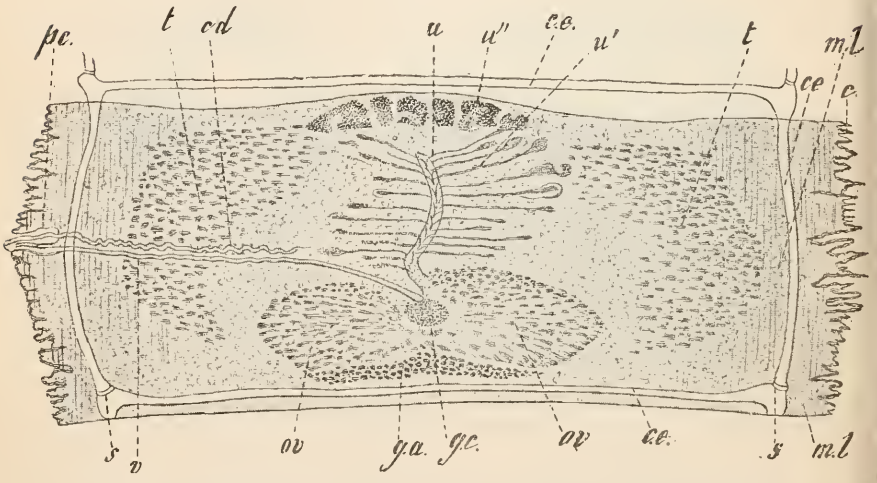
Hinter dem Rostellum auf dem dicksten Theile des Scolex bemerkt man vier Saugnäpfe, die an lebenden Individuen ihre Form beständig ändern, aber an den Individuen, die mit einem Tropfen Lang'scher Flüssigkeit oder einer schwachen Lösung Aetzsublimat fixirt sind, rund erscheinen. Sie sehen dann wie kleine Becher aus, treten ein wenig hervor und ihre inwendig faltigen Ränder bilden eine Art Diaphragma; sie enthalten kreisförmige und strahlenförmig angeordnete Muskelfäserchen, welche ihre Thätigkeit bedingen. Mit den Saugnäpfen und Haken ist der Wurm an irgend einer Darmfalte befestigt, wovon er, wie man weiss, oft nur schwer loszumachen ist. Eine erste Beobachtung kann uns nun weiter keinen Aufschluss geben, wir werden Durchschnitte zu Hülfe nehmen müssen, um die charakteristischen Unterschiede kennen zu lernen, von denen wir später sprechen werden.

Proglottis. — Die Proglottiden am Anfange der Kette, die noch nicht organisirt sind, zeigen nur die Parenchymelemente, die am

hinteren Ende dagegen sind mit Eiern vollgestopft, welche durch ihre Entwickelung die meisten Organe zurückgedrängt und zerstört haben. Erst in einer Entfernung von 50 bis 100 cm vom Kopfe wird man anfangen können, sie mit Erfolg zu beobachten; auch wird man sie im ganzen mittleren Theile der Kette unter einander vergleichen können.

Die Proglottis ist rechtwinkelig und plattgedrückt (Fig. 90). Ihr vorderer Rand ist ein wenig schmäler als der hintere. Leuckart unterscheidet an ihr zwei Flächen: die Bauchfläche, in deren nächster Nähe die weiblichen Geschlechtsorgane sich ausbreiten und die Rückenfläche, an welcher namentlich die männlichen Organe

Fig. 90.



Horizontalschnitt eines Gliedes von *Taenia solium* nach einem Originalpräparate. Die Excretionscanäle *ce* schematisch, das Uebrige nach dem Präparat. *c*, Cuticula; *ml*, Längsmuskeln; *ce*, Excretionscanäle; *s s*, Klappen derselben; *t*, Hoden; *cd*, Samenleiter; *pc*, Cirrustasche; *ov*, Ovarium; *gc*, Schalendrüsen; *ga*, Eiweissdrüse; *v*, Vagina; *u*, Uterus; *u'*, Seitenäste desselben; *u''*, meist erweiterte Vorderäste des Uterus.

gelegen sind. Auf einem der Seitenränder, bald rechts, bald links, trägt sie eine kleine Knospe, die nur vom 300. bis 400. Gliede der Kette an sichtbar ist. Dies ist die Geschlechtswarze, die mehr oder weniger hervorsteht, und auf deren Spitze sich eine Oeffnung befindet, die in eine trichterförmige Höhlung oder Cloake führt, auf deren Grunde man die Mündungen der Geschlechtsgänge, und zwar vorn die des Samenganges, hinten die der Vagina bemerkt. Diese Warze ist bei denjenigen Proglottiden, an denen sich die Befruchtung vollzieht, vollständig geschlossen.

Auf jeder Seite der Proglottis, in geringer Entfernung von den seitlichen Rändern, sieht man zwei hellere Streifen, welche die Excretions-

canäle andeuten; im Centrum bemerkt man die Geschlechtsorgane, die wir später beschreiben werden.

Präparation. — Nach der Beobachtung im frischen Zustande unter Wasser wird der Anfänger gut thun, einige Präparate anzufertigen. In unserem Laboratorium verfahren wir folgendermaassen. Man breitet die Segmente des Wurmes in einer Schale mit flachem Boden aus und fixirt sie mit einer schwachen Lösung von Aetzsublimat, die man 5 bis 10 Minuten lang wirken lässt; dann wäscht man sie sorgfältig und färbt sie mit Pikrocarmin, Essigcarmin oder Hämotoxylin. Wenn die Segmente die zweckmässige Färbung (nicht zu dunkel) erreicht haben, behandelt man sie mit Alkohol, Nelkenöl und endlich mit Canadabalsam. Auf diese Weise erlangt man prächtige Präparate, die noch viel schöner werden, wenn man irgend welche Organe (Ovarium, Uterus) injicirt, wie wir es unten beschreiben werden.

Um Schnitte herzustellen, hält man die stark gefärbten Segmente zwischen zwei Glasplatten, damit sie sich nicht zusammenfalten, und bewahrt sie in dieser Lage bis zur Einschliessung in Paraffin auf. In den meisten Fällen (für Längs- und Querschnitte) wird man das Paraffin entbehren und die in Alkohol gut gehärteten Stücke sofort in Hollundermark schneiden können.

Für das histologische Studium wird man am besten Zerzupfungen in frischem Zustande und an Stücken vornehmen, die in Müller'scher Flüssigkeit aufgeweicht sind, welche zur Hälfte mit Wasser versetzt ist (Sommer). Schnitte der Cuticula lassen sich an Stücken herstellen, die in 5 proc. Osmiumsäure gehärtet und stark mit Hämatoxylin oder Pikrocarmin gefärbt sind.

Tegument. — Das Körperparenchym von Tänia ist wie bei den meisten Cestoden aus einem weichen Bindegewebe zusammengesetzt, in welchem man ovale, sternförmige oder spindelförmige Zellen unterscheidet, die Kerne, Kernkörperchen und körniges Protoplasma, aber meistens keine Membranhülle besitzen; ferner besteht das Parenchym aus Kernen, die gesondert und unregelmässig vertheilt sich namentlich in der Nähe der Rindenschicht vorfinden, sodann aus Granulationen, Fettkügelchen u. s. w. Alles dies ist durch eine Intercellularsubstanz vereinigt, in welcher man streifige Granulationen bemerkt, welche die Zellen wie in ein Netz einschliessen. Ausser den erwähnten Elementen findet man überall im Parenchym runde oder ovale plattgedrückte Körperchen, die sich in Carmin nicht färben, aber in Essigsäure aufbrausen; dies sind die Kalkkörperchen, welche sich namentlich in alten Proglottiden ungemein häufig finden. Man betrachtet sie als Trümmer von Kalkzellen. Nach Schiefferdecker soll die Verkalkung mit dem Kerne beginnen und sich allmählich über die ganze Zelle verbreiten.

Das Parenchym ist mit einer sehr complexen Cuticula bedeckt, in welcher der Histologe das Vorhandensein von vier Schichten erkennen wird, die auf feinen Schnitten sichtbar sind, welche man nach Härtung in Osmiumsäure ausgeführt hat. Die äussere Schicht ist sehr dünn, fest und homogen, sie färbt sich lebhafter als die anderen und trägt die Oeffnungen feiner Porencanäle, welche die ganze Dicke der folgenden Schicht senkrecht zur Körperoberfläche durchsetzen; diese zweite Schicht hat ebenfalls keine wahrnehmbare Structur. Die beiden ersten Schichten können, nach Schiefferdecker, durch eine besondere Behandlung in chlorsaurem Kali und Salpetersäure*) losgelöst werden. Man sieht dann auf den Fragmenten jene sehr kleinen Canälchen, die wir eben erwähnten, dicht an einander gedrängt. An der dritten Schicht heften sich die Rückenbauchmuskeln an, welche ihr, bei der Ansicht von oben, ein fein punktirtes Aussehen verleihen. Die letzte Schicht endlich ist die dickste und mit einer grossen Zahl unter einander gekreuzter Fäserchen durchsetzt, weshalb man sie die Faserschicht genannt hat. Diese vier Cuticularschichten ruhen auf einer Hypodermschicht, die aus langen spindelförmigen Zellen besteht (Matrixzellen), welche vertical neben einander stehen. (Nach Schiefferdecker soll die Oberfläche des Wurmes mit Wimpercilien bedeckt sein, die von jedem Porencanälchen ausgehen; es ist uns nie gelungen, sie zu sehen, wahrscheinlich ihrer ausserordentlichen Zerbrechlichkeit und Durchsichtigkeit halber.)

Unter der Cuticule und im Parenchym finden sich Muskelfasern unter denen wir folgende Richtungen unterscheiden können: Längsbündel, die zur Verkürzung des Wurmes dienen; dies sind die wichtigsten; man sieht sie in *ml*, Fig. 90 und 91; sodann Querbündel, *mt*, Fig. 91, welche tiefer als die vorigen liegen und durch ihre Zusammenziehung die Proglottiden verschmälern; endlich dorsoventrale Bündel *mdv*, Fig. 91, welche sie breitziehen. Letztere verlaufen parallel von einer Fläche zur anderen. Mit Unrecht sind die Querbündel als Ringmuskeln beschrieben worden, in Wirklichkeit endigen sie seitlich in der Hautschicht und setzen sich nicht rundum fort. Die Muskelzellen sind spindelförmig, ausserordentlich lang und dünn und an den Enden scharf zugespitzt. Auf Querschnitten zeigen sie sich rundlich.

Im Scolex findet man besondere Muskelbündel vor, die um die Saugnäpfe und Haken lagern; sie sind zum Oeffnen und Schliessen der ersteren und zum Aufrichten und Niederziehen der letzteren bestimmt.

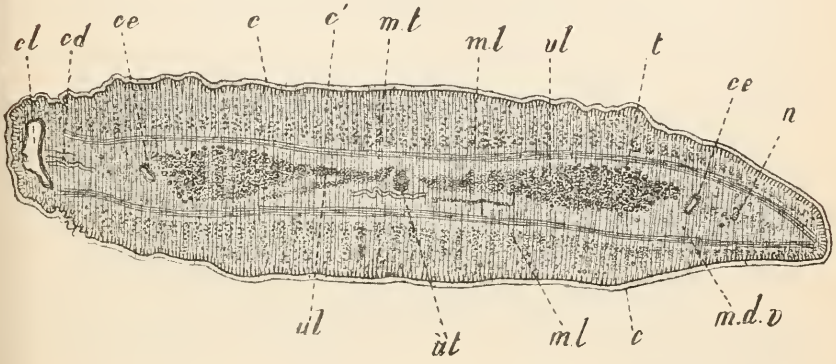
Verdauungsorgane. — Der Tänia fehlt das Verdauungssystem vollständig; man bemerkt weder einen Mund, noch einen Darm. Die

*) Dieses jetzt meist aufgegebene Dissociationsverfahren wird Kühne verdankt, der es bei der Dissociation der Muskelelemente anwandte. Man bringt das Object in ein Uhrglas, welches gepulvertes chlorsaures Kali enthält, das mit dem drei- bis vierfachen Volumen Salpetersäure versetzt ist.

Ernährung geht auf dem Wege der Osmose durch die Gewebe hindurch aus den Flüssigkeiten von statten, welche das Thier in dem von ihm bewohnten Wirthe auf allen Seiten umgeben. Indessen müssen wir die Aufmerksamkeit der Beobachter auf das Interesse lenken, welches es haben dürfte, vorhandene Rudimente von Bewegungsmuskeln eines verschwundenen Pharynx oder solche von Speicheldrüsen zu constatiren, wie man deren bei anderen Cestoden gefunden hat, von denen wir später noch reden werden.

Nervensystem. — Ueber das Nervensystem von *Taenia solium* ist man noch sehr im Dunkeln. Vielleicht hat es dieselbe Einrichtung

Fig. 91.



Querschnitt eines etwa in der Mitte der Totallänge liegenden Gliedes von *Taenia solium*. *c*, Cuticula; *c'*, Matrixzellen der Cuticula; *ml*, durchschnittene Längsmuskelbündel; *mt*, Quermuskeln; *mdv*, dorsoventrale Muskeln; *ce*, Excretionscanäle; *n*, Seitennerv. Der linke Seitennerv ist nicht sichtbar an unserem Präparate. *ut*, Durchschnitt des Hauptstammes des Uterus; *ul*, Seitenäste des Uterus; *t*, Hoden; *cd*, Ende des Samenleiters; *cl*, Genitalcloake.

wie bei anderen Arten derselben Gattung, *Taenia perfoliata* z. B., an der es nachgewiesen worden ist. Es zeigt dort im Scolex zwei Ganglienmassen auf, die durch ein breites Querband vereinigt sind, und von denen ausser kleinen Nervenfäden, die nach den Saugnäpfen gehen, zwei lange seitliche Nerven auslaufen, die sich auf beiden Körperseiten über alle Proglottiden hin zur Seite und ausserhalb der Längsäste des Excretionsapparates erstrecken. Die seitlichen Nerven können bei *Taenia solium* direct an frischen Proglottiden und auf Querschnitten beobachtet werden (*n*, Fig. 91), wie auch auf Längsschnitten. Sie zeigen sich als faserige, leicht gewellte Streifen, und sind in zwei, drei oder mehr Bündeln gruppirt, welche auf Querschnitten wie schwammige und rundliche Massen aussehen (einige Forscher nennen sie Schwammgewebe). In seiner schönen Abhandlnng über die Anatomie der Band-

würmer hat Sommer unter dem Namen Plasmagefässe enge und ausserordentlich geschmeidige Canäle beschrieben, die sich auf den beiden Körperseiten parallel den longitudinalen Excretionscanälen erstrecken sollen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die Seitennerven, die wohl infolge eines uns unerklärlichen Irrthums von dem genannten Forscher mit dem Excretionssysteme in Verbindung gebracht worden sind. Seine Beschreibung stimmt übrigens ziemlich genau mit dem überein, was wir als Nervensystem hingestellt haben.

Excretionssystem. — Das Excretionssystem wird durch im Parenchym ausgehöhlte Canäle gebildet, welche eine dünne Wandung ohne erkennbare Structur besitzen, die nicht contractil ist. Die Canäle haben in allen Proglottiden dieselbe Beschaffenheit. Das System selbst besteht im Wesentlichen aus zwei Längscanälen, die rechts und links innerhalb der Quermuskelschicht verlaufen und auf dem hinteren Rande jeder Proglottide durch einen Quercanal in Verbindung stehen (*ce*, Fig. 90). Im Vereinigungspunkte dieses Querstranges mit den Längscanälen zeigen letztere eine kleine Anschwellung, vor welcher sich im Inneren das Häutchen in Form einer Klappe zusammengefaltet hat, welche beim Niederfallen den Canal mehr oder weniger vollständig abschliesst (*ss*, Fig. 90). Den Quercanälchen selbst fehlen diese Klappen, doch wiederholen sie sich an den Längscanälen jedes Ringes, und der Beschreibung gemäss, die Sommer von ihnen giebt, gestatten sie der im Canal befindlichen Flüssigkeit von vorn nach hinten, aber nicht im entgegengesetzten Sinne, in der Richtung nach dem Scolex hin zu fliessen.

Da die Wände der Excretionsgefässe nach Sommer keine Wimpercilien besitzen, wird die eingeschlossene Flüssigkeit nur durch die allgemeinen Contractionen des Körpers in Bewegung versetzt. Diese Flüssigkeit findet sich in sehr verschiedenen Quantitäten vor; ist sie reichlich vorhanden, so treibt sie die Canäle auf und macht sie an dem frisch beobachteten Individuum leichter bemerkbar. Alkohol bringt sie zum Gerinnen; man kann demnach, wenn man eine in absolutem Alkohol gehärtete Proglottide unterhalb ihrer Verbindung mit der folgenden quer durchschneidet, durch einen vorsichtigen Druck unter einer Glasplatte diese geronnene Masse herausquetschen, die sich dann granulös zeigt *).

Man kann die Excretionscanäle injiciren, indem man mittelst eines sehr feinen Glasröhrchens **) lösliches Berlinerblau oder eine

*) Nach Sommer weist die chemische Analyse in dieser Masse Substanzen nach, die dem Xanthin und Guanin verwandt sind.

**) Für die Injectionen sehr kleiner Gefässe oder Canälchen, wie solcher, von denen hier die Rede ist, sind die allerfeinsten Metallröhrchen der niedlichsten Spritzchen noch viel zu gross. Man ersetzt sie vortheilhaft durch kleine an der Lampe zugespitzte Glasröhrchen, die man sich im Augenblicke,

neutrale Carminlösung injicirt. Es handelt sich hierbei darum, wenn man einmal unter der Lupe die Lage eines der Längscanäle bestimmt hat, das Röhrchen durch die Umhüllungen bis in den Canal zu bringen, eine Operation, die sehr viel Aufmerksamkeit erfordert und nur schwer gelingt. Aus dem, was wir oben über die Einrichtung der Klappen gesagt haben, geht hervor, dass man die Flüssigkeit von vorn aus nach dem hinteren Ende der Kette einspritzen muss, da sie im entgegengesetzten Sinne nicht eindringen würde. Proglottiden, die in Alkohol geronnen sind, eignen sich natürlich nicht zu einer solchen Injection.

Wir lenken noch die Aufmerksamkeit der Forscher auf das Interesse, welches es bieten dürfte, Beziehungen zwischen den Excretionscanälen, die wir eben beschrieben haben, und den Systemen von Canälchen aufzufinden, welche in bewimperte Trichter ausgehen, wie wir deren bei anderen Cestoden erwähnt haben (vergl. das Allgemeine). Vermuthlich fehlen letztere bei *Taenia solium* nicht.

Geschlechtsorgane. — Jede Proglottide enthält männliche und weibliche Geschlechtsorgane, die wir einzeln betrachten wollen. Man erkennt diese Organe theilweise an reifen und im frischen Zustande beobachteten Proglottiden. An den gefärbten und in Canadabalsam präparirten bemerkt man stets die Eierstöcke, die mehr oder weniger damit verwachsenen Eiweissdrüsen, die Schalendrüsen, den Eileiter, die Vagina, die Hoden und den Samengang.

Die Hoden (*t*, Fig. 90 und 91). — Die Hoden zeigen sich als zahlreiche*) kleine, kugelförmige oder ovale Bläschen an der Rücken- oder Hinterfläche auf beiden Seiten des Uterus und nehmen fast den

---

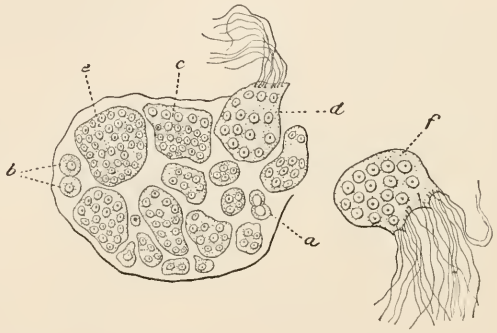
wo man ihrer bedarf, selbst auszieht. Man saugt mit dem Munde 2 bis 3 cm der zu injicirenden Substanz auf, verbindet das weite Ende des Glasröhrchens mit einem Kautschukschlauch, von dessen anderem Ende aus man die Injection entweder einfach mit dem Munde oder mittelst eines Kautschukballes oder sonstigen Druckapparates vollführt. Mehrere Naturforscher haben sich bereits dieses sehr einfachen Verfahrens bedient. Wir haben es besonders von Yves Delage in seinen schönen Untersuchungen über den Circulationsapparat der Edriophthalmen (*Archives de Zoologie expérimentale*, 1881) anwenden sehen; er benutzte es mit grossem Vortheil bei der Injection sehr kleiner Bopyriden und Caprelliden, an denen jedes andere Verfahren gescheitert wäre. Nach diesem Forscher müssen die Glasröhrchen drei Hauptbedingungen erfüllen: 1) müssen sie entsprechend dünn sein, doch nicht mehr als in jedem einzelnen Falle nöthig ist, denn je dünner sie sind, desto mehr Widerstand setzen sie dem Ausströmen der Flüssigkeit entgegen; diesen Widerstand muss man natürlich möglichst verringern; 2) müssen sie eine kurze Spitze haben, damit sie nicht brechen, wenn man sie in die Gewebe einführen will; 3) endlich müssen sie aus einem Rohre mit sehr dünnen Wänden geblasen werden, damit der Durchmesser der Spitze nicht unnöthigerweise durch die Dicke der Wände vergrössert wird.

*) Sommer zählt auf einer Seite des Uterus von *Taenia mediocanellata* 612 Hodenbläschen, also im Ganzen in einer Proglottis 1224.

ganzen Raum zwischen letzterem und den longitudinalen Excretionscanälen ein. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen sie in einer gefärbten Proglottide als kleine rothe Punkte, die auf dem vorderen Theile derselben enger an einander stehen als auf dem hinteren, der namentlich von den Aesten des Eierstockes besetzt ist.

Bei jungen Proglottiden sind die Hoden an Zahl und Grösse gering, doch wächst ihre Zahl, je näher man dem mittleren Theile der Kette kommt, während sie von da an wieder abnimmt. In den Endgliedern findet man keine Hoden mehr; die Sprossung der Seitenäste des Uterus und die Entwickelung der Eier in ihrem Inneren drängen

Fig. 92.



Taenia mediocanellata. Ein Hodenbläschen mit Inhalt, 975fache Vergrösserung. *a*, Kerne von einer dünnen Protoplasmaschicht umgeben; *b*, junge Samenzellen; *c*, *d*, *e*, grosse Samenzellen mit zahlreichen Kernen; *f*, isolirte reife Samenzelle, die zahlreiche Zoospermen entladet.

(Nach Sommer.)

die Hoden zurück, die endlich verschwinden, nachdem sie ihren Inhalt entleert haben.

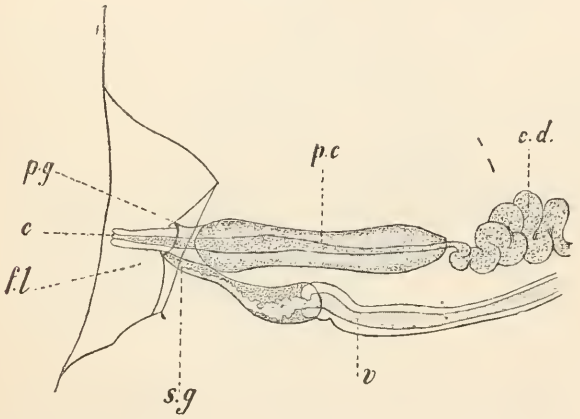
Jedes Hodenbläschen ist von einer sehr dünnen Wand umgeben und enthält Samenzellen in verschiedenen Entwickelungsstadien. In diesen Zellen entdeckt man mehrere Kerne und eine beträchtliche Zahl Samenfäden, deren Schwänze im Reifezustande der Zelle nach aussen hervorstehen (*f*, Fig. 92). Sie sind übrigens sehr zart gebaut und schwer zu beobachten. Ein Druck des Plättchens reicht hin, sie zu zerstören, und man wird Sorge tragen müssen, immer eine genügende Menge Flüssigkeit in das Präparat zu bringen.

Samengänge. — Von jedem Hodenbläschen geht ein äusserst dünnes Canälchen aus, dessen Grenzen schwer erkennbar sind. Es scheint nur in das Parenchym eingegraben zu sein und keine eigenen Wände zu besitzen. Man bemerkt es nur, wenn es mit Samen gefüllt ist, also nur an reifen Proglottiden mit noch geradem Uterus. Jedes

Canälchen vereinigt sich mit einem benachbarten und alle münden in convergirende Aeste, die ihrerseits in das Centralende des Samenleiters einmünden. Dieser spielt die Rolle des Sammelcanales für den Inhalt aller Samencanälchen. Er läuft bald rechts, bald links parallel mit dem hinteren Rande des Gliedes, dem er ein wenig näher ist als dem vorderen (*o, d*, Fig. 90 und 91). Der Vagina (*v*), die um ein Geringes über ihm liegt, ist er gleichfalls parallel. In jungen Proglottiden sind diese beiden Canäle zu einem verschmolzen, der als eine einzige Querlinie erscheint; erst später theilen sie sich.

Der Samenleiter ist meist gewellt und oft sogar mehrfach gewunden. Er endet in einem cylindrischen Organ mit muskulösen

Fig. 93.



Taenia mediocanellata. Endigung der Genitalcanäle im 750. Gliede bei 187facher Vergrösserung. *f l*, Seitengrube; *p g*, Genitalporus; *s g*, Genitalsinus oder Cloake; *c d*, Samenleiter; *p c*, Cirrhusbeutel; *c*, Cirrhus oder Penis; *v*, Scheide.
(Nach Sommer.)

Wänden, dem Cirrhusbeutel (*pc*, Fig. 93), der an seinem Ende eine kleine Oeffnung trägt, durch welche der Samen in die Geschlechtswarze fliesst. Alles dies bildet ein Ganzes, das man Cirrhus oder Penis genannt hat, und aus welchem der Samen durch den Druck ausgespritzt wird, den die Wände des Beutels gegen die Wände des Samenleiters ausüben. Nach Sommer soll der Cirrhus im Momente der Befruchtung nicht nach aussen hervorstehen und in die Vagina eindringen, wie es Leuckart an *Taenia echinococcus* beschrieben hat. Also wäre er kein Begattungsorgan im eigentlichen Sinne des Wortes. Obgleich der erste der beiden Beobachter Hunderte von Proglottiden von *Taenia solium* und *Taenia mediocanellata* untersuchte, hat er doch nie das Ende des Samenleiters in die Vagina eindringen sehen. Er nimmt an, dass die Befruchtung sich vollzieht, indem sich die Oeffnung

der Geschlechtswarze durch die Zusammenziehung der Längsmuskeln schliesst. Der Samen würde dann in dem für ihn zu eng gewordenen Raume keinen anderen Ausgang finden, in der Vagina bis zu dem an ihrem centralen Ende gelegenen Samenbläschen vordringen und von dort aus, wie wir bald sehen werden, nach dem Orte gelangen, wo die Befruchtung der Eier vor sich geht.

Weibliche Geschlechtsorgane. — In Folge der scharf durchgeführten Theilung der physiologischen Arbeit sind diese Organe äusserst complicirt. Jeder wesentliche Bestandtheil des Eies wird durch eine besondere Drüse gebildet. Wir werden nach einander den Keimstock, die Eiweissdrüse, die Schalendrüsen, den Uterus und die Vagina mit dem Samenbläschen beschreiben.

Fig. 94.

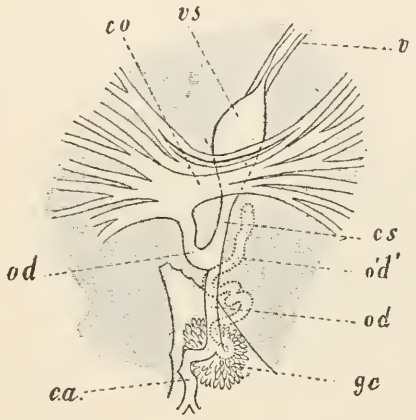
Taenia mediocanellata. Fragment einer Eiröhre aus dem 582. Gliede mit ausgebildeten Eizellen. *a*, primitive Eier; *b*, Keimbläschen; *c*, Hauptdotter; *d*, Nebendotter; *e*, Nebendotter eines zerdrückten Eies.
(Nach Sommer.)

Keim- oder Eierstock. — Diese Drüse (*ov*, Fig. 90) liegt in der Nähe des hinteren Randes der Proglottide, von dem sie durch die Eiweissdrüse getrennt ist und reicht bis in die Mitte ihrer Länge. Sie muss an gefärbten und in Balsam präparirten Proglottiden beobachtet werden, denn in frischem Zustande sind ihre Contouren so hell, dass man sie nicht deutlich unterscheiden kann. Sie ist im Allgemeinen von ovaler Gestalt und besteht aus einer beträchtlichen Anzahl netzartig verzweigter Röhrchen mit dünnen structurlosen Wänden; im Inneren dieser Röhren entstehen die kleinen Eierchen, die man auf verschiedenen Entwickelungsstufen antrifft (Fig. 94). Alle Röhren des Eierstockes convergiren nach einem gemeinsamen Ausführungsgange, dem Eileiter (*od*, Fig. 95), der zunächst nach vorn geht, sich dann aber plötzlich umbiegt, um vom Niveau der Schalendrüse aus nach dem unteren Theile des Uterusstammes zu laufen (*o' d'*, Fig. 95). Zu dem Eiergange gesellt sich der Ausführungsgang des Samenbläschens

(*cs*, Fig. 95), sodann derjenige der Eiweissdrüse, und schliesslich münden in ihn auch die vielfach verzweigten Canälchen aus den Schalendrüsen ein (*ca* und *gc*, Fig. 95). Auf diese Weise also steht der Eileiter mit dem gesammten Geschlechtssysteme in Verbindung, und die Eichen, die aus dem Eierstocke dahin gelangen, finden die sie befruchtenden Zoospermen und die übrigen Substanzen vor, die sich hinzugesellen, um das definitive Ei zu bilden, wie man es ein wenig später im Uterus sehen kann.

Der Eierstock erscheint zunächst unter der Form von Röhrchen, welche die Mutterzellen der Eier enthalten; vollständig ausgebildet ist er aber nur in den reifen Proglottiden anzutreffen; die man etwa in der Mitte der Kette findet. Um genauere Angaben zu machen, wollen

Fig. 95.



Taenia mediocanellata. Glied 781. Centrum des Genitalapparates von der Vorderfläche des Gliedes aus gesehen, um die gegenseitigen Beziehungen der Ausführungsgänge der verschiedenen Drüsen zu zeigen. *v*, Vagina; *vs*, Samenblase; *cs*, Samenleiter; *co*, Mittelpunkt der Eiröhren; *od*, Eileiter; *o'd'*, Ast des Eileiters zum Uterus; *ca*, Ausführungscanal der Eiweissdrüsen; *gc*, Schalendrüsen.
(Nach Sommer.)

wir die Beobachtung mittheilen, die Sommer an einem Individuum von *Taenia mediocanellata* gemacht hat. Die ersten Spuren eines Eierstockes fand er auf der 287. Proglottide der Kette; die Mutterzellen der Eichen zeigten sich erst auf der 582. Proglottide (Fig. 94). Erst von da an begannen die Eier sich im Uterus zu zeigen, der sich in den folgenden Proglottiden verzweigte und dessen Seitenäste Eier mit Embryonen enthielten, die desto mehr entwickelt waren, je näher man dem Ende der Kette kam. Vom 880. Gliede ab hörte die Eierproduction auf, und die Röhren des Eierstockes begannen sich zu leeren und ganz zu verschwinden.

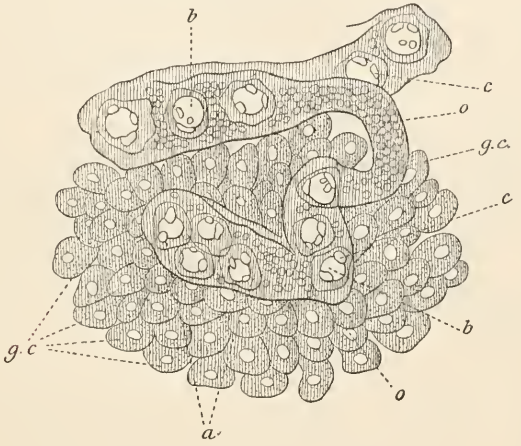
Die Eiweissdrüse. — Wie schon gesagt, liegt die Eiweissdrüse, welche das Eiweiss absondert, das dazu bestimmt ist, das Eichen einzuhüllen und dem künftigen Embryo einen Nahrungsvorrath zu liefern, hinter dem Eierstock und unmittelbar über dem transversalen Verbindungsgang der Excretionscanäle (*g a*, Fig. 90). Sie erstreckt sich nach den Seiten hin, wird an den Rändern dünner und ist in ihrem mittleren Theile nach vorn zu angeschwollen. Ihr Bau ist ziemlich dem des Eierstockes analog, weshalb es nicht immer leicht ist, sie auf den Schnitten von letzterem zu unterscheiden. Sie besteht in Wirklichkeit aus kleinen netzartigen Röhren mit sehr dünnen und elastischen Wänden. Der Durchmesser dieser Röhren variirt beträchtlich je nach dem Grade ihrer Thätigkeit und dem Zustande ihrer Anfüllung. Man kann sie nur dann genau unterscheiden, wenn sie mit Eiweiss angefüllt sind. Diese Röhren vereinigen sich zu einem kurzen Ausführungsgang (*c a*, Fig. 95), der sich von dem angeschwellten vorderen Theile der Drüse herzieht und im Eileiter öffnet, von wo das Eiweiss mit den Eichen in den Uterus gelangt. Die Eiweissdrüse erscheint in jungen Proglottiden als eine ziemlich feine Linie und verschwindet erst in hoch entwickelten Proglottiden. Man bemerkt noch Spuren davon, wenn der Keimstock schon vollständig verschwunden ist.

Die Schalendrüsen stellen sich als ein rundlicher Ballen dar, welcher um den hinteren Theil des Uterus nach dem mittleren Ende der Vagina hin liegt (*g c*, Fig. 90) und aus einzelligen Drüsen zusammengesetzt ist. Letztere haben an jungen Proglottiden runde, an älteren mehr längliche, ovale Form (*g c*, Fig. 96). Sie sind von einer zarten Haut umhüllt und enthalten körniges Protoplasma, in dessen Mitte man einen hellen, runden oder eiförmigen Kern bemerkt. Ihre Absonderungsproducte treten durch eine Menge kleiner Canälchen in den Eileiter über. Von allen Theilen des weiblichen Geschlechtsapparates zeigen sich die Schalendrüsen am beständigsten; sie färben sich ungemein lebhaft durch die Reagentien, und man erkennt sie noch zwischen den Basalverästungen des Uterus, wenn vom Keimstock und der Eiweissdrüse längst nichts mehr zu sehen ist. Unsere von Sommer entlehnte Fig. 96 stellt den 750. Ring von *Taenia mediocanellata* dar, nachdem das Thier beträchtliche Zeit in Müller'scher Flüssigkeit gelegen hatte, welche zur Hälfte mit Wasser verdünnt war.

Der Uterus zeigt sich als Längscanal auf der Mittellinie der Proglottis (*u*, Fig. 90). Zunächst ist er einfach, schickt aber bald nach rechts und links blinddarmartige Verlängerungen aus. Im Uterus entwickeln sich die befruchteten Eier bis zur definitiven Bildung des Embryos. Seine dünnen structurlosen Wände dehnen sich nach Maassgabe der eingeführten Eichen aus, und im Zustande seiner grössten Ueberladung füllt er schliesslich den gesammten Raum zwischen dem Eierstocke, dem vorderen Rande der Proglottis und den länglichen

Excretionscanälen aus, wobei die Hoden zurückgedrängt werden und endlich ganz verschwinden. Ein einfaches Präparat von einer Proglottis ist aber nicht im Stande, eine klare Vorstellung vom Uterus zu geben; es ist vielmehr unbedingt erforderlich, ihn zu injiciren. Sommer giebt dazu folgende Anleitung. Man sticht zunächst unter dem einfachen Mikroskope einen der Vorderäste des Uterus mit einer feinen Nadel an, deren Spitze man in ein Gemisch von Berlinerblau und Glycerin getaucht hat, das man zum Injiciren benutzen will. Dieser Stich lässt eine Spur zurück, die als Merkzeichen für das Röhrchen zum Einspritzen selbst sehr dienlich ist; ehe man jedoch diese Operation vornimmt, muss man den Uterus seiner Eier entleeren. Man

Fig. 96.



Taenia mediocanellata. Glied 750. Zum Uterus aufsteigender Ast des Eileiters mit den Schalendrüsen. Horizontalschnitt. *o*, Eileiter, *gc*, Zellen der Schalendrüse; *a*, Eiweissschicht, welche die im Eileiter befindlichen Eier umhüllt; *b*, Keimbläschen; *c*, Nebendotter.

(Nach Sommer.)

bringt dazu die Proglottis vorsichtig unter Wasser und streicht sie mit einem kleinen Pinsel im Sinne der durch den Stich erzielten Oeffnung; meist geben die Eier leicht nach, stösst man aber auf Widerstand, so nimmt man am besten eine andere Proglotte vor und schädigt nicht das Präparat durch zu starken Druck. Sobald dann der Uterus keine Eier mehr enthält, setzt man das Röhrchen auf die Oeffnung und spritzt jählings die gefärbte Flüssigkeit ein. In günstigen Fällen füllt sich der Uterus mit letzterer an, und man erhält schöne Stücke zur Darlegung seines Baues.

Unter dem Namen Uterusstamm versteht man den mittleren Schlauch, der meist gerade läuft und auf seiner ganzen Länge gleichen

Durchmesser hat. So lange keine Eier vorhanden sind, geht er vom vorderen Ende der Schalendrüse aus; wenn die Eier aber bis dorthin vorgedrungen sind, verlängert er sich noch hinter dieselbe zurück. Seine bereits erwähnten Seitenäste erscheinen zunächst als Anschwellungen, ziehen sich allmählich in die Länge und reichen nach vollständiger Entwickelung bis an die longitudinalen Excretionscanäle; ihre Zahl beträgt meist sieben oder acht und sie stehen am Uterus wechselständig. Diese Merkmale können dazu dienen, eine Proglottis von *Taenia solium* von der von *Taenia mediocanellata* *) zu unterscheiden. Meist sind sie nach ihrem Ende zu ein wenig blindsackartig erweitert, namentlich diejenigen, welche schräg von der Uterusspitze ausgehen (*u''*, Fig. 90, der mittlere Theil der Aeste ist durch den Schnitt ausgefallen, daher die Lücke in unserer Figur). Der Uterus wird erst etwa vom 300. Gliede der Kette an sichtbar, viel weiter hinten sind dann die Seitenäste vollkommen entwickelt, und in den Gliedern nach dem Ende zu sind sie durch die Menge der darin angehäuften, Embryonen enthaltenden Eier beträchtlich angeschwollen.

Vagina und Samenbläschen. — Die Vagina führt, wie wir bereits andeuteten, den ausgespritzten Samen von der Geschlechtswarze nach dem Eileiter. Sie ist ein dünner Canal mit festen, structurlosen Wänden (*v*, Fig. 90 und 93) und läuft von der Geschlechtswarze bis zu der Mitte der Proglottis, wo sie nach unten umbiegt, dem Samengange parallel. Sie beginnt unmittelbar hinter dem Cirrhusbeutel mit einer ovalen Oeffnung und endet im Samenbläschen. Letzteres (*vs*, Fig. 95) liegt am unteren Rande der Proglottis in gleicher Höhe mit dem mittleren Theile des Keimstockes. Wenn es vom Samen angefüllt ist, zeigt es sich spindelförmig und von gelblicher Färbung. Unter starker Vergrösserung erkennt man es an den ungemein zahlreich vorhandenen Zoospermen, die sich mittelst ihrer langen fadenförmigen Schwänze bewegen, und die es durch einen kurzen Excretionscanal, den Samengang (*cs*, Fig. 95) in den Eileiter überführt.

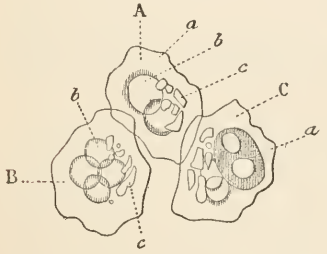
Das Samenbläschen ist mithin eigentlich nur die Fortsetzung der Vagina, welche erst sehr spät in der Proglottis sichtbar wird, nämlich wenn die Eier im Eileiter zu erscheinen beginnen.

Entwickelung der Eier. — Die runden oder ovalen Eier (Fig. 97) entwickeln sich im Uterus bis zur Bildung eines eiförmigen Embryos, der unter dem Namen sechshakiger Embryo bekannt ist wegen der drei Paar Haken, die in seiner Cuticula eingepflanzt sind. Um sich weiter entwickeln zu können, muss dieser Embryo von einem Thiere mit warmem Blute, meist einem Schweine, ver-

*) Bei *Taenia mediocanellata* sind die Seitenzweige viel zahlreicher (17 bis 24), stehen näher an einander und gabeln sich noch in secundäre Aeste; sie sind nicht wechselständig, sondern gegenständig und unter einander parallel.

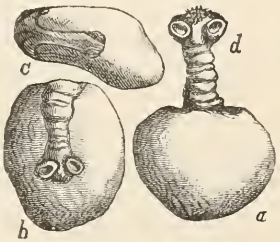
schlungen werden. Die Embryonen enthaltenden Proglottiden gelangen mit dem Latrinenwasser auf die Wiesen oder in die Nähe der Schweineställe, wo sie sich zersetzen und die Eier heraustreten lassen, welche den Einwirkungen der Atmosphäre grossen Widerstand entgegensetzen; doch können die Proglottiden wohl auch direct von dem Thiere verzehrt werden, welches ihnen als Wirth dienen soll. Im Magen des Schweines wird dann die Schale des Eies durch die Magensäfte zerstört und der frei gewordene Embryo bahnt sich sofort einen Weg durch die Darmwände nach einem Blutgefässe, wo er mit dem Blute fortgespült wird und durch die Circulation in die Muskelmasse oder in das unter der Haut befindliche Bindegewebe gelangt, wo er sich endlich festsetzt. Dort erleidet er dann mehrfache Umbildungen, die aber in das Gebiet der Embryogenie gehören. Er kapselt sich ein, und seine äussere Schicht sondert eine dünne und feste Hüllhaut ab, in welcher man Muskelfäserchen entdecken kann; diese Hülle

Fig. 97.



Taenia mediocanellata. Reife Eier. *A*, mit zwei Embryonalbläschen; *B*, mit vier; *C*, mit zwei kleinen und einem grossen Embryonalbläschen, das zwei Kerne enthält; *a a*, Eiweissschicht; *b b*, Dotterbläschen; *c c*, Nebendotter. (Nach Sommer.)

Fig. 98.



Schweinsfinne (*Cysticercus cellulosae*). *d*, Kopf; *a*, Blase; *b*, in die Blase zurückgestülpter Kopf; *c*, Rindsfinne (*Cysticercus mediocanellatae*). Zehnfache Vergrösserung. (Figur von S. T. Stein.)

stülpt sich an einem Punkte ein, und auf dem Grunde dieser Einbuchtung verdickt sie sich in Form einer Warze, welch letztere die erste Spur des Rostellums des künftigen Bandwurmkopfes ist. Um das Rostellum herum entwickeln sich die Saugnäpfe und der doppelte Hakenkranz, gleichzeitig füllt sich die Höhlung der Blase mit einer eiweissartigen Flüssigkeit und das Ganze nimmt das Aussehen eines Bläschens an, an dessen einem Punkte die erwähnte Einstülpung zu bemerken ist. Der kleine bewaffnete Kopf, der sich auf dem Grunde der letzteren gebildet hat, kann wie ein umgestülpter Handschuhfinger heraustreten und sich wieder zurückziehen, um von Neuem zum Vorschein zu kommen. Unter dieser Form bildet die Larve von Tänia die Finne (*Cysticercus cellulosae*, Fig. 98), an welcher man, wenn sie

entfaltet ist, drei Gebiete unterscheiden kann: den mit Haken und Saugnäpfen bewaffneten Kopf und einen kleinen walzenförmigen Körper, der als Anhängsel ein ovales Bläschen zeigt, welches 8 bis 10 mm Durchmesser erreicht. Wenn der Mensch rohes Schweinefleisch isst, läuft er Gefahr, den Bandwurm in dieser Form aufzunehmen. In der That dient der Mensch dem Thiere als definitiver Wirth; sein Magensaft verdaut das erwähnte Bläschen, während der festere Kopf, welcher zweifellos durch Kalkkörperchen gegen die Magensäure geschützt ist, sich mittelst der Haken und Saugnäpfe an die Wände des Zwölffingerdarmes anheftet; sein hohles Innere füllt sich mit parenchymatösem Gewebe, und am freien Ende des in dieser Weise gebildeten Scolex nimmt die Knospenbildung ihren Anfang, und von dort aus reihen sich die Glieder der Strobila an einander.

Kurz, man sieht, dass die Entwickelung von *Taenia solium* durch mehrfache, ziemlich verwickelte Metamorphosen erfolgt und im Allgemeinen auch den Durchgang durch einen vermittelnden Wirth erfordert. Man weiss indessen, dass der Mensch selbst den *Cysticercus cellulosae* in seinem Zellgewebe beherbergen kann, und neuere Untersuchungen haben bewiesen, dass sich diese Larve im Menschen allein, ausnahmsweise ohne den vermittelnden Wirth entwickeln kann. (Redon.)

Die erwachsenen Bandwürmer sind meist gegliedert. Allerdings kennt man einige Gattungen (*Ligula, Caryophyllaeus*), welche nur in jugendlichem Alter Segmentirung zeigen, während sie mit der fortschreitenden Entwickelung allmählich verschwindet. Nach vollendetem Wachsthum ist der Leib von *Ligula* glatt und überall von gleicher Dicke; es lassen sich dann an seiner Oberfläche nur dichtgedrängte, unregelmässige Streifen nachweisen; Scolex und Proglottiden sind nicht mehr zu unterscheiden, und der ganze Leib ähnelt in diesem Zustande dem eines Trematoden.

Die Structur des Parenchyms ist im Allgemeinen überall die gleiche und das Vorhandensein von Hohlräumen zwischen den Maschen seines Bindegewebes deutet vielleicht noch daranf hin, dass alle Bandwürmer von Würmern mit Coelom abstammen; die fraglichen Hohlräume würden dann als Rückbildungen des Coeloms aufzufassen sein. Diese Ansicht ist in der letzten Zeit von verschiedenen Forschern verfochten worden. Der Histologe wird in der Cuticula, welche das Parenchym bedeckt, sowohl die von uns bei *Taenia solium* erwähnten fundamentalen Schichten, als auch die verschiedenen Muskelsysteme wiederfinden, welche das Zusammenziehen des Körpers nach allen Richtungen hin bewirken. Bei einigen Gattungen verdickt sich auch die Cuticula und wird mehr oder weniger hornig (*Ligula*). Die Bewaffnung des Kopfes dient immer dazu, den Wurm an den Wänden der von ihm bewohnten Organe zu befestigen; betreffs der Form, Zahl und Grösse dieser Haftorgane finden wir je nach den Gattungen und Arten beträchtliche Variationen, welche auch für die zoologischen Bestimmungen verwendet worden sind. Die Haken können bei erwachsenen Thieren (*Taenia mediocanellata, Bothriocephalus, Ligula*) gänzlich fehlen, während sie am Embryo viel constanter sind, der sehr häufig deren sechs (sechshakiger Embryo) oder sogar zehn (*Amphilina*) besitzt. Sie stehen entweder kranzartig um ein Rostellum, oder in grosser Anzahl auf der Oberfläche hervorstülpbarer Rüssel (*Tetrarhynchus*). Form

und Zahl der Saugnäpfe sind gleichfalls manchem Wechsel unterworfen; an *Taenia mediocanellata* finden wir sie rund, becherförmig, gipfelständig und schwarz pigmentirt, bei Tetrarhynchus seitlich und auf einer kegelförmigen Anschwellung stehend; auch können sie auf der Spitze eines Stieles sitzen (*Echinebothrium*) oder die Form eines blätterigen Anhängsels annehmen (*Phyllobothrium*). Unentwickelter zeigen sie sich als zwei einfache Seitenspalten längs der Spitze des Scolex (*Bothriocephalus*), oder als kleine, kaum bemerkbare Eindrücke an Ligula, welche unbefestigt in der Bauchhöhle der Karpfen lebt. Die Lage und die mehr oder weniger starke Entwickelung der Saugnäpfe bestimmen natürlich die Form des Vordertheiles des Scolex, welcher bei Tänia kolbenförmig, bei Bothriocephalus spindelförmig, bei Phyllobothrium blätterig u. s. w. ist. Die Sauggruben gewisser Gattungen sind auch mit hornigen Haken bewaffnet (*Acanthobothrium, Onchobothrium*).

Endlich variiren auch die Proglottiden in Bezug auf Form und Grösse. Wir finden sie breiter als lang bei Bothriocephalus; das Umgekehrte ist am häufigsten bei den Tänien der Fall; indessen dürfen wir diesem Merkmale keine besondere Wichtigkeit beilegen, da es sich an den Individuen ein und derselben Art je nach dem Alter der Proglottis ändert. Die Zahl der Proglottiden ist bei Bothriocephalus sehr bedeutend und überschreitet oft tausend, während sie bei manchen Tänien auf zwei oder drei beschränkt sein kann (*Taenia echinococcus*). Bei letzteren finden wir sie auch gesondert, bei *Bothriocephalus latus* dagegen immer in Kettchen von ansehnlicher Länge. Eine isolirte Proglottis kann selbständig leben, sich zusammenziehen, kriechende Bewegungen ausführen und sogar an Grösse zunehmen. Die Geschlechtswarze, welche bei allen Tänien seitwärts liegt, findet sich, wie wir noch später beschreiben werden, bei allen Bothriocephalen auf der Fläche der Proglottis; mit Hülfe dieses Merkmales kann man beide Gattungen leicht unterscheiden.

Die Bandwürmer sind sämmtlich ohne Verdauungssystem und nähren sich, wie bereits gelegentlich der Besprechung von *Taenia solium* erwähnt worden ist, durch Osmose, und zwar von den durch ihre Gewebe dringenden Nahrungssäften ihres Wirthes. Indessen hat das genaue Studium des Scolex gewisser Gattungen Spuren von Drüsenzellen (*Tetrarhynchus*) oder von muskulösen Massen (*Taenia perfoliata*) zu Tage gefördert, welche mehrere Forscher den Speicheldrüsen und Schlundmuskeln der Turbellarien und Trematoden als homolog angesehen haben. Ausserdem zeigen manche Tetrarhynchiden vorn am Scolex und zwischen den vier Rüsseln ein kleines Grübchen, welches genau dem Trichter des Mundnapfes der Trematoden entsprechen würde. Bei *Anthocephalus elongatus* mündet sogar ein Theil der Speicheldrüsen des Scolex in dieses Grübchen, während ein anderer Theil sich in den vier wohlgebildeten Saugnäpfen öffnet. Bei *Rhynchobothrium corollatum* ist nur noch ein unentwickelter Mundnapf vorhanden (Lang). Es ist also die Spur einer Schlundbildung als Anfang eines Darmes nachgewiesen, welchen die Vorfahren unserer Bandwürmer besessen hätten und der allmählich durch das Schmarotzerthum geschwunden ist.

Trotz der schönen Arbeiten von Kahane, Lang u. s. w. ist das Nervensystem der Bandwürmer bis jetzt nur sehr unvollständig bekannt. Es ist zuerst von J. Müller an *Tetrarhynchus attenuatus* nachgewiesen und in der letzten Zeit namentlich von A. Lang an der Gruppe der Tetrarhynchiden mit Hülfe von Schnitten studirt worden. Der genannte Forscher hat an allen von ihm untersuchten Gattungen (*Rhynchobothrium, Tetrarhynchus, Anthocephalus*) die gleiche allgemeine Einrichtung gefunden. Im Scolex vereinigt ein breites Querband zwei Nervenmassen, welche Ganglienzellen

enthalten (Gehirn), und von denen aus Nervenfäden nach den Sauggruben und zwei starke Längsnerven an den Seiten des Halses hinlaufen. Von diesen beiden Nerven, welche sich ausserhalb der Wassergefässcanäle durch die ganze Proglottidenkette fortsetzen, gehen in gewissen Entfernungen feine Verästungen nach den verschiedenen Organen aus, die sich auf ihrem Wege beständig theilen und gabeln.

Unter den Tänien hat, wie schon erwähnt, *Taenia perfoliata* ein besonders schön entwickeltes Nervensystem. Sowohl das Querband im Kopfe des Scolex wie auch die beiden Längsäste der Strobila enthalten bei ihr Zellkerne und Fäserchen. Jeder dieser Zweige soll aus drei Bündeln eines Gewebes bestehen (nach Nitzsche bei *Taenia crassicollis* aus zehn), welches des schwammigen Aussehens auf den Querschnitten halber unter dem Namen Schwammgewebe beschrieben worden war. Früher sind diese Bündel für Gefässe angesehen worden, doch unterliegt es jetzt keinem Zweifel mehr, dass sie wirkliche Nervengebilde sind. Im Scolex sind sie zu einem einzigen Stamme vereinigt, in der Strobila laufen sie vereinzelt und wellenförmig, und ihr Durchmesser variirt sogar in jeder Proglottis. Nirgends weisen die Nerven eine besondere Hülle auf; das Parenchym erscheint nur in ihrer Nähe dichter und geschlossener. Die Nervenzellen im Querbande und die Ganglienmassen im Kopfe des Scolex zeigen sich in den verschiedensten Formen; ihr Protoplasma ist homogen und von lichter Färbung, und sie enthalten einen Kern, zuweilen sogar mit Nucleolus; auch senden sie hin und wieder ein oder zwei Verlängerungen aus (ein- und zweipolige Zellen). Nach der Darstellung von Kahane hat man die Ganglienmassen des Scolex mit ihrer breiten Querbrücke nebst den langen seitlichen Nervenbündeln der Strobila als Centralnervensystem und die von diesen Gebilden abzweigenden Verästungen als peripherisches Nervensystem anzusehen. Diese Grundeinrichtung soll sich bei Ligula wiederfinden. Griesbach hat im Kopfe von *Solenophorus megalocephalus* vier kreuzweise liegende Ganglien beschrieben; sie bestehen aus ein- und zweipoligen Zellen und stehen durch Querbrücken in Verbindung; sie senden auch, namentlich in der Richtung der Saugnäpfe, peripherische Aeste aus. In der Strobila wird das Nervensystem durch zwei Längsstämme gebildet, die von den mittleren Ganglien ausgehen, ausserhalb der Excretionscanäle hinlaufen und Seitenzweige ohne Anastomosen haben. Die Faser- und Zellenbestandtheile dieser Stämme sollen denen der Ganglien und des Scolex analog sein.

Man sieht, dass es ungemein schwierig ist, das bis jetzt über das Nervensystem der Bandwürmer Bekannte zu verallgemeinern; es müssen noch neue Untersuchungen an einer möglichst grossen Anzahl verschiedener Gattungen vorgenommen werden.

Differenzirte Sinnesorgane existiren bei keinem Bandwurme.

Das Excretionssystem ist in seiner Gesammtheit viel verwickelter als es an unserem Typus erscheint, wo wir es nur in seinen Hauptstämmen studirt haben. Neuere Forschungen, unter denen wir besonders die von Julien Fraipont und Th. Pintner hervorheben, haben übrigens über dasselbe namhafte Aufklärungen gegeben. Ursprünglich besteht der Excretionsapparat aus Röhren und Canälchen, welche den ganzen Körper durchsetzen; ihre Wände sind structurlos. Nach aussen öffnet sich dieses System durch eine einzige Mündung am Hintertheile des Körpers; an dieses *Foramen caudale* stösst ein, zuweilen pulsirendes, Endbläschen von verschiedener Form, in welchem die Hauptstämme des ganzen Systemes enden. Diese starken Canäle durchziehen wellenartig den Körper in der Richtung nach vorn, biegen dann wieder nach hinten um und bilden dort nach ihrer Verzweigung an der Oberfläche ein meist ziemlich verwickeltes Netzsystem; auch zeigen sie

in ihrem ganzen Laufe, namentlich im Kopfe, geschlängelte, sehr complicirte, quer verlaufende Verbindungscanäle. Die Canäle, in welchen die Flüssigkeit vom Netze nach dem Kopfe fliesst, hat man aufsteigende, die von dem Kopfe nach der Endblase leitenden absteigende Canäle genannt. Zu diesem Excretionsapparate gehört ferner ein System feiner Canälchen zwischen der Rinden- und Markschicht, die mehr oder weniger regelmässige Anordnung zeigen; meist sind sie in baumartig verzweigte Gruppen vertheilt. Selten hat eine solche Gruppe mehr als zwei Stämme, welche sich nach den eigentlichen Excretionscanälen öffnen, während die Zweige am Ende einen kleinen bewimperten, becherförmigen Trichter tragen, dessen innere Höhlung mit den Lücken des Parenchyms nach Fraipont durch ein kleines Seitenloch in Verbindung steht. Nach Pintner jedoch sind die Wimpertrichter vollständig geschlossen und ohne Beziehung zu einem Lückensysteme.

Diese an *Caryophyllaeus mutabilis* nachgewiesenen Grundzüge, die wir Fraipont verdanken, bieten natürlich in ihren Einzelheiten grosse Abweichungen je nach der mehr oder weniger beträchtlichen Körperlänge der verschiedenen Arten. Die wichtigsten davon sind diejenigen, welche sich aus der Unzulänglichkeit des erwähnten Endbläschens für die Ausstossung der Excretionsproducte und aus dem Vorhandensein supplementärer Oeffnungen (*Foramina secundaria*) ergeben, welche entweder am Kopfe (bei einigen Tänien und Tetrarhynchiden) oder an den einzelnen Proglottiden (*Taenia osculata, Dibothrium claviceps*) von den starken absteigenden Längscanälen ausgehen. Solche Oeffnungen sind zuweilen sehr zahlreich vorhanden, namentlich wenn das Endbläschen verschwunden ist (*Bothriocephalus punctatus*). Die ungeheure Leibeslänge mancher Tänien und Bothriocephalen führt zugleich eine Vereinfachung der Zahl und des Laufes der Längscanäle mit sich, die sich dann vereinigen und nur in geringer Anzahl die Strobila durchziehen, wobei sie in jeder Proglottis durch einen Querstrang in Verbindung stehen, wie wir es schon bei *Taenia solium* beschrieben haben.

Sobald sich das Endglied, welches die Excretionsöffnung trägt, von der Strobila losgelöst hat, bildet sich auf dem neuen Endgliede auch eine neue Oeffnung (*Taenia cucumerina*). Sind sehr viele Längscanäle vorhanden, so kann es vorkommen, dass sich einige am Ende sackartig schliessen und nur wenige offen bleiben (Fraipont).

Der Geschlechtsapparat ist in seinen Grundzügen so beschaffen, wie wir ihn an *Taenia solium* geschildert haben. In der Regel sind die Thiere Zwitter, und im Reifezustande sind an jedem Gliede männliche und weibliche Organe vorhanden, ausgenommen bei Caryophyllaeus, wo der Leib nicht segmentirt und der Geschlechtsapparat einfach ist. Eine Art Uebergangsform von letzterem zu den Tänien ist Ligula. An ihr sind die Geschlechtsorgane vielfach und symmetrisch vertheilt, aber nicht durch Hautfalten von einander getrennt. Die nur durch das Geschlechtssystem angedeutete Segmentirung drückt sich nicht in der äusseren Bildung aus.

Die meist in grosser Anzahl auf der Rückenfläche befindlichen Hodenbläschen lassen ihre Producte in einen gemeinsamen Sammelcanal, den Samengang, strömen, welcher in einem muskulösen Organe, dem Cirrhusbeutel, endigt. Dieser mündet entweder seitlich an der Proglottis abwechselnd rechts und links (Tänien) oder auf der Mittellinie ihrer Bauchfläche (Botriocephalus); auch kann schliesslich jede Proglottis rechts und links eine Geschlechtsmündung tragen (*Taenia cucumerina*). Die Oeffnung des Cirrhusbeutels liegt fast immer vor der Oeffnung der Vagina und zwar in unmittelbarer Nähe. Keimstock, Eiweiss- und Schalendrüsen sind sehr constant. Vom Vereinigungspunkte der Excretionscanäle dieser Drüsen geht ein welliger oder verzweigter Uterus aus, in welchem die mit Dotter

und einer Schale umgebenen Eichen ihre erste Entwickelung durchmachen; diese Schale ist bald zusammenhängend (Tänien), bald mit einem Deckel versehen, der sich beim Austritte des Embryos emporhebt (*Bothriocephalus*).

Der Plan dieses Werkes gestattet uns nicht, weiter auf die Einzelheiten der Entwickelung der Bandwürmer einzugehen. Nur soviel sei gesagt, dass die Entwickelung mit einigen Ausnahmen (*Archigetes*) eine indirecte ist, und dass auf die geschlechtliche Generation eine ungeschlechtliche folgt. In den meisten Fällen leben die Larvenformen in einem anderen Träger als die erwachsenen Würmer, doch ist es noch nicht gelungen, für alle Gattungen diese Larvenformen und ihren Wirth zu bestimmen. Die Entwickelungsgeschichte der Tänien ist heutzutage am besten bekannt und wir würden daher hier nur wiederholen können, was wir bereits gelegentlich der Besprechung von *Taenia solium* über diesen Punkt gesagt haben. Der sechshakige Embryo bildet sich nach seinem Austritte aus dem Eie zum Cysticercus um, und zwar in einem Zwischenwirth, welcher die Beute des definitiven Wirthes werden muss, in welchem dann der Cysticercus seine Entwickelung fortsetzen kann. Daher wird der *Cysticercus mediocanellatae*, der im Rinde lebt, erst dann zur *Taenia mediocanellata*, wenn das Fleisch des Thieres vom Menschen verzehrt worden ist. Auf dieselbe Weise wird der *Cysticercus pisiformis* zur *Taenia serrata* im Körper des Hundes, bildet sich der *Cysticercus fasciolaris* der Maus in die *Taenia crassicollis* der Katze, der *Coenurus cerebralis* der Wiederkäuer in die *Taenia coenurus* des Hundes um u. s. w. Auch kommt es vor, dass der Cysticercus schon in seinem ersten Träger seine Weiterentwickelung beginnt; so zieht sich z. B. der *Cysticercus fasciolaris* in der Maus bedeutend in die Länge und segmentirt sich bereits, ehe er seinen Wirth gewechselt hat; in diesem Falle werden jedoch die Geschlechtsorgane nicht reif, und die Proglottiden bleiben geschlechtslos.

Wenn der sechshakige Embryo in seinen Zwischenwirth gelangt ist, kapselt er sich dort ein, wandelt sich in ein Bläschen um und erzeugt den Cysticercus durch Knospung (Mehrzahl der Tänien) der Innenwand. Auf diese Weise producirt das Bläschen manchmal eine grosse Anzahl von Scolexköpfen (mehrere Hunderte), wie z. B. bei *Coenurus cerebralis*, der im Gehirn der Wiederkäuer lebt; die Thiere werden dadurch drehkrank. Das Bläschen von Echinococcus in der Leber des Menschen und der Hausthiere bringt nicht direct Bandwurmköpfe, sondern secundäre Bläschen, sog. Tochterbläschen hervor, welche auf der Innenseite der Umhüllung entstehen und ihrerseits wieder Enkelbläschen erzeugen. Die Knospen, die dazu bestimmt sind, sich zu Cysticerken auszubilden, entwickeln sich dann erst im Inneren dieser Tochterblasen. In diesem Falle wird das ursprüngliche Bläschen immer grösser und dicker, erreicht schliesslich die Grösse eines Kinderkopfes und enthält in diesem Zustande eine Unmenge von Tänienköpfen.

Wenn das Ei vor der Entwickelung des Embryos gelegt wird, hebt dieser das Deckelchen in der Schale empor und ist bei seinem Austritte mit einer Wimperhülle umgeben, mit deren Hülfe er nach Art eines Infusoriums eine Zeit lang schwimmt, bis er einen für seine Weiterentwickelung günstigen Wirth gefunden hat. Für den Embryo von Ligula ist dieser meist ein Süsswasserfisch (*Cyprinus, Tinca*); er entledigt sich in dem Fische seiner Wimperhülle, gelangt mittelst seiner Haken durch den Darm hindurch in die Bauchhöhle; dort zieht er sich in die Länge, wächst und gliedert sich, ähnlich wie der Scolex einer Tänia seine Proglottiden bildet, durch Knospung. In diesem Zustande lebt er dann mehrere Monate, ja selbst Jahre lang, wird aber erst geschlechtsreif, wenn sein Wirth von einem Wasservogel (Anas, Ardea, Larus) verzehrt worden ist, in dessen Darm er nach wenig Tagen reife Eier erzeugt. Nach den Untersuchungen von Braun soll der be-

wimperte Embryo von *Bothriocephalus latus* in einen Süsswasserfisch gelangen (*Esox, Lota*) und sich direct zu einem Scolex umbilden, der von keiner besonderen Kapsel umgeben ist und dessen rundes Hintertheil kein Anhängsel trägt. Dieser Scolex, dessen länglicher Kopf dem von Bothriocephalus ähnelt, wurde jungen Hunden und Katzen, sowie auch dem Menschen beigebracht; er verwandelte sich in ihrem Darme in *Bothriocephalus latus*, dessen Proglottiden geschlechtsreif wurden. Also kann sich der Mensch diesen Bandwurm durch das Essen unvollständig gekochter Fische zuziehen.

Jedenfalls wird, sobald die Larve in den Darmcanal des definitiven Wirthes gelangt ist, ihre Blase verdaut, während sich der Kopf des Cysticercus mittelst seiner Saugnäpfe und Haken anheftet, zum Scolex wird und an seinem hinteren Ende durch Knospung Glieder bildet, von denen das am weitesten vom Kopfe entfernte stets das älteste ist.

Kurz, die Entwickelung der Bandwürmer vollzieht sich durch mehr oder weniger verwickelte Metamorphosen hindurch, welche die Folge des Schmarotzerlebens der Würmer sind.

Literatur. Van Beneden (P. J.), *Mémoires sur les vers intestinaux.* Paris 1853. — v. Siebold, Ueber den Generationswechsel. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. II, 1850. — Derselbe, Ueber die Band- und Blasenwürmer. Leipzig 1854. — Küchenmeister, Ueber die Cestoden im Allgemeinen und die des Menschen im Besonderen. Dresden 1853. — Platner, Helminthologische Beiträge. Müller's Archiv, 1859. — Knoch, Naturgeschichte des breiten Bandwurmes. St. Petersburg 1862. — R. Leuckart, Die Blasenwürmer und ihre Entwickelung. Giessen 1856. — Leuckart, Die menschlichen Parasiten, Bd. II. Leipzig 1880. — Stieda, Ein Beitrag zur Anatomie von *Bothriocephalus latus.* Müller's Archiv 1864. — Feuereisen, Beitrag zur Kenntniss von *Taenia cucumerina.* Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. XIX, 1869. — Sommer und Landois, Ueber den Bau der geschlechtsreifen Glieder von *Bothriocephalus latus.* Ebendaselbst, Bd. XXII, 1872. — Schneider, Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen 1873. — Sommer, Ueber den Bau und die Entwickelung der Geschlechtsorgane des *Taenia mediocanellata* und *Taenia solium.* Ebendaselbst, Bd. XXIV, 1874. — G. Duchamp, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Ligules.* Paris 1876. — C. Davaine, *Traité des Entozoaires*, 2. Aufl., Paris 1877. — Schiefferdecker, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues der Tänien. Jenasche Zeitschrift, Bd. VIII, 1874. — A. L. Donnadieu, *Contributions à l'histoire de la Ligule. Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1877, vol. XIII. — Steudener, Untersuchungen über den feineren Bau der Cestoden. Halle 1877. — Redon, *Expériences sur le développement rubanaire du Cysticerque de l'homme. Ann. des Sc. nat.*, 6. série, vol. VI, 1877. — R. Moniez, *Mémoires sur les Cestodes, Travaux de l'Inst. zool. de Lille*, 1881. J. Fraipont, *Recherches sur l'appareil excréteur des Trématodes et des Cestoides. Arch. de Biologie*, vol. I et II, 1880 et 1881. — Kahane, Anatomie von *Taenia perfoliata.* Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. XXXIV, 1880. — A. Lang, Das Nervensystem der Cestoden im Allgemeinen und dasjenige der Tetrarhynchen im Besonderen. Mittheil. Zool. Station Neapel, Bd. II, 1881. — Th. Pintner, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers. Arbeiten aus dem zool. Institute, Wien, Bd. III, 1880. — Th. Pintner, Zu den Beobachtungen über das Wassergefässsystem der Bandwürmer. Ebendaselbst, Bd. IV, 1881. — Ed. Van Beneden, *Recherches sur le développement embryonnaire de quelques Ténias. Archiv de Biologie*, vol. II, 1881. — M. Braun, Zur Frage des Zwischenwirthes von *Bothriocephalus latus.* Zool. Anzeiger 1881 und 1882. — H. Griesbach, Ueber das Nervensystem von *Solenophorus megalocephalus.* Arch. für mikrosk. Anat., Bd. XXII, 1883.

Ordnung der Trematoden.

Die Trematoden, Saugwürmer, haben einen glatten, ungegliederten Körper und leben als Parasiten auf oder in anderen Thieren, an welche sie sich mit ihren Saugnäpfen anheften. Sie besitzen einen gabelförmig getheilten, einfachen oder verzweigten Darmcanal und einen Mund, während der After fehlt. Im Vordertheile des Körpers liegt ein Gehirnganglion. Ihre Entwickelung geschieht durch Metamorphosen, und, Bilharzia ausgenommen, sind sie Zwitter.

Man theilt sie in zwei Unterordnungen:

1. Die Distomeen, welche mit höchstens zwei Saugnäpfen versehen und sämmtlich Endoparasiten sind. Beispiele: Distomum, Monostomum.

2. Die Polystomeen, welche drei oder noch mehr Saugnäpfe haben, die zuweilen mit hornigen Haken bewaffnet sind. Sie sind Ektoparasiten. Beispiele: Tristomum, Diplozoon, Gyrodactylus.

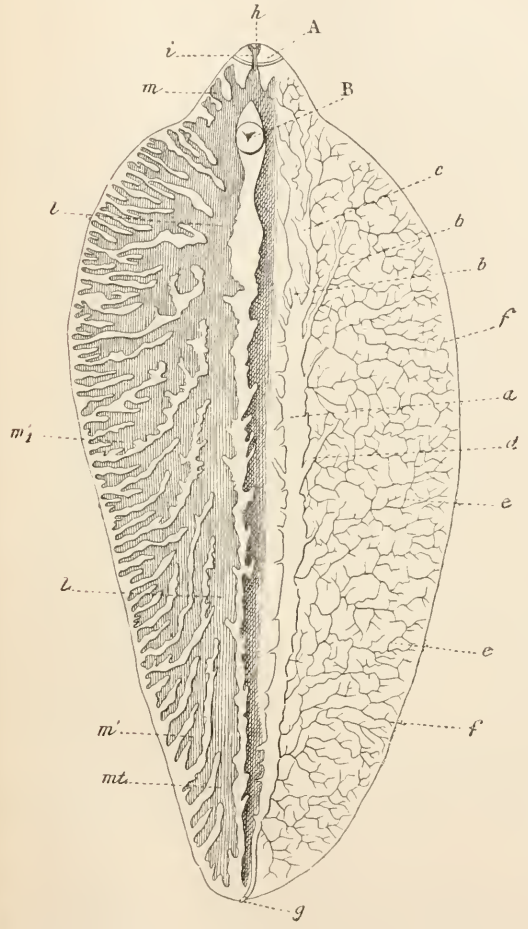
Typus: *Distomum hepaticum* (Lin.)*) Diese Art ist eine der grössten ihrer Gruppe und bewohnt die Gallengänge der Wiederkäuer. Man kann sie sich in den Schlachthäusern leicht aus der Schafs- oder Rindsleber verschaffen, wo sie sich oft ungemein zahlreich findet, und zwar zusammen mit der kleineren Art derselben Gattung *Distomum lanceolatum*. Man schneidet die Leber in Stücke und erlangt dann den Wurm durch Zusammendrücken der Gallengänge. Derselbe hat die Form eines ovalen Blättchens und ist hinten spitzer als vorn; die Form schwankt auch je nach dem Durchmesser der Lebergänge; in den kleineren ist das Thier mehr länglich, in den grossen dagegen breitgezogen. Die Länge des Wurmes schwankt zwischen 2 und 3 cm, seine Breite zwischen 80 und 150 mm; von den Rändern nach der Mitte hin nimmt die Leibesdicke zu, sie beläuft sich im Allgemeinen auf 1 bis 2 mm. Die Färbung des Wurmes wechselt zwischen weiss und dunkelbraun.

Mit Hülfe der Lupe entdeckt man am vorderen Ende des Körpers einen Saugnapf (*A*, Fig. 99) von ovaler Form, derselbe trägt die Mundöffnung und wird deshalb Mundsaugnapf genannt; ein anderer, der Bauchsaugnapf (*B*), steht immer hinter dem ersteren und hat eine dreieckige Oeffnung; auch ist seine Oberfläche nicht eben, sondern mit kleinen schuppenartigen Kegeln besetzt, deren freies Ende nach hinten gerichtet ist.

*) Wir haben für die nachfolgenden Beschreibungen besonders die treffliche Monographie von Sommer sowie die Arbeit von Massé benutzt.

An einem frischen und leicht zwischen zwei Glasplatten gepressten Wurm kann man die allgemeine Lagerung der Organe erkennen; zunächst eine Bauchfläche, auf welcher sich die Saugnäpfe öffnen, und eine ihr gegenüberstehende Rückenfläche. An den Rändern zieht sich eine von den Dotterdrüsen gebildete dunklere Zone hin; in der Mitte liegen die Hodenschläuche, nach vorn zu bemerkt man den zusammengeknäuelten Eileiter mit bräunlichen Eiern, den Anfang des Darmcanals mit seinen seitlichen, hinten endigenden Blinddärmen, und auf der Rückenseite eine ganz kleine Oeffnung, die Mündung des Excretionssystems (*g*, Fig. 99). Vor dem Bauchsaugnapfe endlich befinden sich die Mündungen der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und aus der

Fig. 99.



Distomum hepaticum. Auf der linken Seite ist der Darm mit seinen Verästelungen, rechterseits der Hauptstamm des Excretionscanales mit seinen Zweigen dargestellt. Um die Figur nicht zu verwirren, ist der Excretionsstamm etwas nach rechts verschoben worden. In der Natur verläuft derselbe in der Mittellinie auf der Rückenseite über dem Darme. Beide Organe vertheilen sich symmetrisch auf beiden Seiten. Die Grundzüge der Figur sind von Sommer entlehnt. *a*, mittlerer unpaarer Sammelcanal oder Stamm des Excretionssystemes; *b*, vorderer dorsaler Zweig; *c*, vorderer ventraler Zweig; *d*, Seitenzweig; *e e*, Seitennetze; *f f*, letzte Zweiglein des Systemes; *g*, Excretionsporus; *A*, vorderer Mundsaugnapf; *B*, hinterer Bauchsaugnapf; *h*, Mund; *i*, Pharynx; *l l*, Hauptstamm des Darmes, der rechts nicht ausgeführt ist; *m*, vordere Darmäste; *m' m'*, Seitenäste; *m t*, Endast des Darmes.

vordersten (männlichen) ragt oft der Penis hervor, besonders an todten Individuen oder solchen, die beim Heransziehen gepresst worden sind.

Präparation. — Der Wurm wird in Lang'scher Flüssigkeit getödtet (wenn er in Schnitte zerlegt werden soll, darf er nicht länger als eine Viertelstunde darin liegen), dann gewaschen, leicht mit Carmin gefärbt und schliesslich ganz in Canadabalsam eingebettet. Ungefärbte Würmer müssen in Glycerin präparirt werden, da der Balsam die Präparate zu durchsichtig machen würde.

Will man Schnitte machen, so muss die Färbung sehr stark sein und der Wurm, nachdem er in Nelkenöl gelegen hat, in Paraffin gebracht worden. In manchen Fällen, z. B. wenn man die Cuticula speciell studiren will, wird man sich mit Vortheil der 0,5 proc. Osmiumsäure bedienen, die man auf das Thier wirken lässt, nachdem man es platt auf den Boden eines Schälchens ausgestreckt hat. Das Studium der Gewebe durch Zerzupfung geschieht am besten in frischem Zustande in Wasser oder Jodserum oder an einem Wurme, welcher einige Tage in Müller'scher Flüssigkeit oder in Chromsäure von 1 Theil zu 2000 bis 3000 Theilen Wasser gelegen hat.

Gewisse Systeme (Verdauungs-, Excretionsorgane) werden injicirt, wie wir weiter unten noch beschreiben werden.

Tegument. — Der Körper von Distomum besteht aus zwei Schichten, die auf Querschnitten immer leicht zu erkennen sind: einer centralen oder Mittelschicht, in welcher die Hauptorgane liegen, und einer peripherischen oder Rindenschicht, welche dünner als die erstere ist und den gesammten Körper umhüllt.

Das Bindegewebe, welches das Parenchym der Centralschicht bildet, besteht aus einer Masse kleiner vieleckiger, durchsichtiger Zellen, die zum Theil einen grossen eiförmigen Kern enthalten, und aus einer spärlichen, undurchsichtigen und klebrigen Intercellularsubstanz mit netzartiger Structur, welche die Zellen zusammenhält. In diesem Parenchym findet man Muskelfäserchen in Gruppen oder Bündeln, die von einer Fläche des Wurmes nach der anderen laufen; dies sind die Leuckart'schen Rücken-Bauchmuskeln. Sie liegen schräg oder senkrecht zur Cuticula und sind auf gut gefärbten Querschnitten erkennbar.

Die Cuticula selbst besteht zunächst aus einer sehr dünnen und structurlosen äusseren Schicht, von der man Stücke losreissen kann, nachdem man den Wurm zuvor einige Stunden in Wasser mit etwas Ammoniak gehalten hat (Sommer). Diese Schicht trägt kleine Anhängsel in Form abgestumpfter Kegel, welche kleine glänzende, stachelförmige Schuppen enthalten. Auch bemerkt man in ihr feine Porencanälchen, welche senkrecht zur Oberfläche stehen. Unmittelbar unter der ersten Schicht liegt eine zweite, die aus kleinen runden, körnigen Zellen besteht und einen gleichfalls runden und körnigen Kern

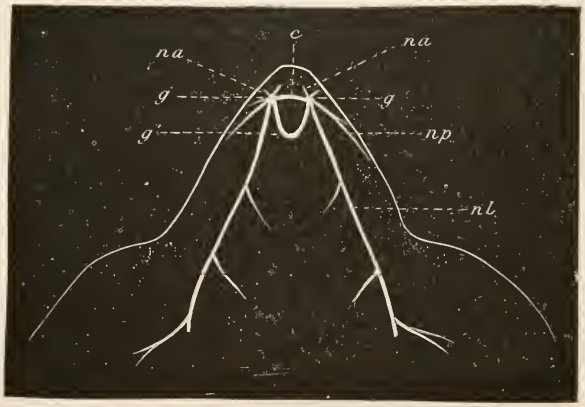
enthalten; dies ist die Mutterschicht oder Matrix der äusseren Cuticula. Sie deckt die Hautmuskelschicht, welche nach Sommer aus drei Lagen von Muskelfasern besteht: zu äusserst die Kreismuskellage, deren Fasern den Körper wie die Reifen eines Fasses umgeben; dieses System wird nur durch die Saugnäpfe und die an der Oberfläche stehenden Oeffnungen unterbrochen. Die zweite, mittlere Lage besteht aus Längsmuskeln und die dritte, innere, endlich aus schrägen Fasern, welche nur am Vordertheile des Körpers sichtbar sind. Unter diesen Muskelbündeln sieht man dann noch eine vierte und letzte Hautschicht, aus grossen granulösen Zellen bestehend, welche keine Hülle besitzen und unregelmässig vertheilt sind; sie liegen in kleinen Häufchen zwischen den Muskelbündeln. In diese letzte Schicht dringen hier und da die Enden von den Bündeln der Rücken-Bauchmuskeln ein. An den den Saugnäpfen entsprechenden Stellen verdickt sich die Cuticula merklich. Die Saugnäpfe selbst werden aus mehreren Muskelschichten gebildet, welche vom Parenchym durch eine Faserhülle getrennt sind, an welcher die Muskeln sich ansetzen. Letztere sind in der obersten Schicht äquatorial, in der mittleren ringförmig und in der untersten strahlenförmig angeordnet. Jedes Muskelbündel ist von Bindegewebe umgeben, in welchem grosse ovale Zellen constatirt worden sind (die man auch an anderen Punkten des Körpers, namentlich in den Schlundwänden gefunden hat), deren einer Pol oft eine Verlängerung trägt. Diese Zellen besitzen Kerne und Kernkörperchen; von letzteren geht ein Faserbündel oder ein sehr charakteristisches Canälchen aus (Macé). Die Bedeutung dieser Zellen ist ziemlich räthselhaft. Nach Villat und Macé sollen sie Erweiterungen des Excretionssystems, nach anderen Forschern Nervenzellen sein (Stieda, Lang). Während der vordere Saugnapf durch eine hintere Oeffnung mit dem Schlunde in Verbindung steht, ist der hintere vollständig geschlossen und dient nur zur Befestigung des Wurmes.

Das Studium des Nervensystems erfordert Schnitte nach allen drei Dimensionen, nachdem man den ganzen Wurm stark gefärbt hat, denn selten lässt ein Präparat des gesammten Thieres dieses System klar erkennen. Auch ist es völlig unnütz, dasselbe an erwachsenen und *in toto* mit Canadabalsam behandelten Individuen zu suchen; nur an ganz jungen Exemplaren, deren Fortpflanzungsorgane noch nicht reif sind, wird es gelingen, mehr oder weniger beträchtliche Theile davon zu bemerken*). Feine in fortlaufenden Reihen geordnete und

*) Um an *in toto* präparirten Distomen das Nervensystem besser sehen zu können, empfiehlt sich folgendes Verfahren: man legt das Thier 12 bis 24 Stunden in eine 20 proc. Lösung von Potasche oder Soda. Das Reagens treibt und hellt die Hautgewebe und das Parenchym auf, greift aber das Nervensystem zum Theil nicht an. Man erhält auf diese Weise Präparate, an denen die Nerven kreideweiss erscheinen; dieselben lassen sich jedoch nicht aufbewahren.

genau numerirte Schnitte werden dagegen immer gestatten, das Vorhandensein dieses Systems und seine allgemeine Beschaffenheit zu erkennen. Die Nerven und Ganglien sind fein und sehr klein, auch haben sie keine besondere Hülle, sondern sind direct in das Körperparenchym eingebettet. Die Centralmasse besteht aus drei Ganglien, einem unpaaren halbmondförmigen, das unmittelbar unter dem Vereinigungspunkte von Mund und Speiseröhre liegt, das untere Schlundganglion (*g'*, Fig. 100 und *g i*, Fig. 101), und zwei über der Speiseröhre befindlichen unregelmässig eckigen oberen Schlundganglien (*g*, Fig. 100 und 101), welche symmetrisch auf beiden Seiten des oberen Speiseröhrenrandes und hinter dem Mundsaugnapfe liegen. Diese Ganglien stehen unter einander durch eine Quercommissur

Fig. 100.



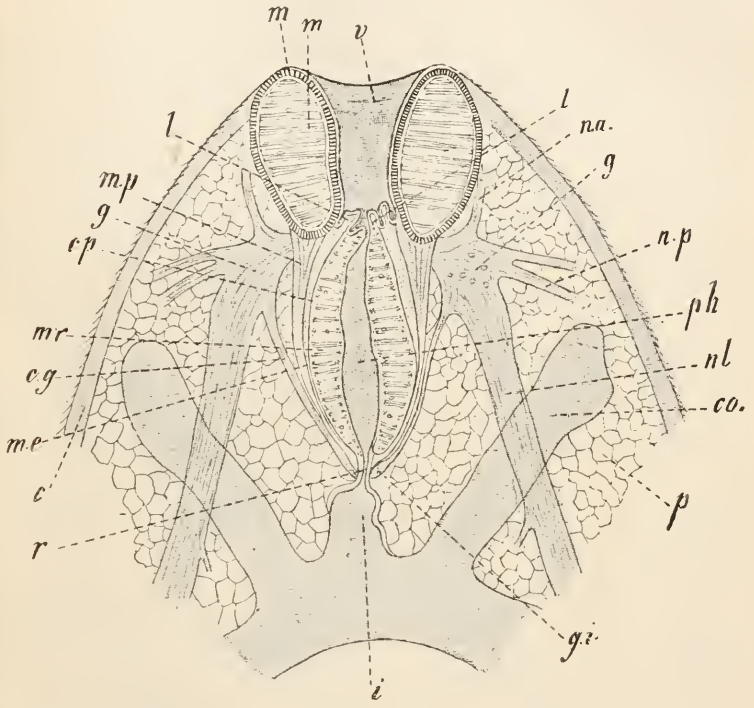
Distomum hepaticum. Das Nervensystem, der Schlundring und die von ihm ausgehenden Nerven. *g g*, obere Schlundganglien; *c*, Commissur derselben; *g'*, unteres Schlundganglion; *n a*, vordere Nervenstämme; *n p*, hintere Nervenstämme: *n l*, Seitennerven.

(*c*, Fig. 100) und mit dem Einzelganglion durch zwei kurze senkrechte Commissuren (*c g*, Fig. 101) in Verbindung. Das Ganze bildet einen Ring um die Speiseröhre herum und enthält in jedem Ganglion einige grosse multipolare Zellen mit Kern und Kernkörperchen. Von dem unter der Speiseröhre liegenden Ganglion laufen kleine, schwer zu erkennende Nervenfäden aus, und ist es Sommer gelungen, dieselben bis zur Gabelung des Darmcanals zu verfolgen; die über der Speiseröhre befindlichen Ganglien senden jedes zwei Vorderstränge (*n a*, Fig. 101), welche bis zu den Rändern des Mundsaugnapfes laufen, und zwei Hinterstränge aus (*n p*, Fig. 101), deren einer sich nach den Seiten des Kopfes wendet, während der andere, der Seitennerv, den Körper entlang bis zu dessen Hintertheile läuft und dabei nach rechts und links

Aeste ausschickt (*n l*, Fig. 101). Die Seitennerven scheinen sich hinten nicht zu vereinigen, aber sie enthalten ausser elementaren Nervenfasern hin und wieder noch Ganglienzellen.

Der Darmcanal. — Der Darmcanal besteht aus zwei langen und breiten, stark verästelten Blinddärmen, die sich bis an die Ränder

Fig. 101.



Distomum hepaticum. Horizontalschnitt des vorderen Körpertheiles, um den Anfang des Verdauungscanales und das Centralnervensystem zu zeigen. *p*, polygonale Zellen des Körperparenchyms; *c*, Cuticula; *v*, Mundnapf; *m*, die äquatorialen Muskelfasern, quer durchschnitten; *m'*, radiale Muskelbündel; *p h*, Höhle des Pharynx; *c p*, Cuticula desselben; *m e*, Aequatorialmuskeln des Pharynx; *m r*, radiäre Muskelfasern desselben; *m p*, Vorwärtszieher des Pharynx; *l l*, Lippe des Pharynx, durch Umschlag seines vorderen Randes gebildet; *r*, verengerter Theil, der die aufnehmende Portion des Pharynx von der verdauenden Darmregion trennt; *co*, vorderste Blindäste des Darmes; *i*, Anfang des Darmes; *g g*, die beiden oberen, durch eine Quercommissur verbundenen Schlundganglien; *n a*, Vordernerven; *n p*, äusserer Hinternerv; *n l*, Seitennerv; *g i*, unteres Schlundganglion; *c g*, Verbindungsstränge der oberen Ganglien zu dem unteren.
(Nach Sommer.)

des Körpers erstrecken und nach vorn in eine Speiseröhre zusammenlaufen, die sich auf dem Grunde des vorderen Saugnapfes öffnet. Diese

Mundöffnung dient abwechselnd zur Einführung der Speise und zur Ausstossung der Reste.

An frischen Distomen kann der Lauf des Darmcanals zuweilen, dank den färbenden Gallsubstanzen, von welchen das Thier sich nährt, verfolgt werden. Indessen ist der Darm selten vollständig angefüllt, und die ungefärbten Theile lassen sich dann nicht erkennen; dies ist namentlich bei solchen Individuen der Fall, welche man in Wasser gewaschen hat, wo sie den Inhalt ihres Darmes entleeren, den man durch den Mund in Form eines trüben Fadens austreten sieht. Dies ist der Grund, weshalb es fast unumgänglich nothwendig ist, den Darm mit Berlinerblau zu injiciren, ehe man zu seinem Studium schreitet. Zu diesem Zwecke legt man das Thier, nachdem es gewaschen und vollständig entleert worden ist, auf den Rücken und hebt dabei den Vordertheil des Körpers ein wenig empor, damit man den Mundsaugnapf deutlich sehen kann, in welchen man eine feine Glasröhre einsetzt, durch welche die Flüssigkeit vorsichtig eingeblasen wird. Die Injection gelingt zuweilen nur theilweise, wenn der Darm nämlich durch irgend etwas verstopft ist; doch selbst wenn nur einer der Aeste injicirt ist, ist es gut, das Präparat aufzubewahren, denn die Vertheilung der Aeste ist auf beiden Seiten fast die gleiche. In günstigen Fällen, d. h. wenn alle Theile der Seitenäste vollständig injicirt sind, liefert die Zurichtung des Wurmes in Canadabalsam prächtige Präparate. Für das eingehende Studium des vorderen Darmabschnittes, wie wir ihn nach Sommer in Fig. 101 dargestellt haben, handelt es sich darum, horizontale und Längsschnitte zu machen, nachdem der Wurm in Paraffin oder Seife gebettet worden ist.

Der Mund ist eine weite trichterförmige Höhlung in der Muskelmasse des vorderen Saugnapfes (*v*, Fig. 99 und 101); durch eine kleine Oeffnung führt er unmittelbar in den Schlundkopf (*ph*, Fig. 101 und *i*, Fig. 99). Der Pharynx ist ein eiförmiger Muskel, welcher von einer faserigen Hülle umkleidet ist, die ihn von den umgebenden Geweben trennt. Dieser Muskel lässt uns das Vorhandensein zweier Systeme von Muskelfasern erkennen: Kreismuskeln (*mc*, Fig. 101) und Strahlenmuskeln (*mr*, Fig. 101). Sein hohles Innere bildet die Schlundkopfhöhle (*ph*, Fig. 101). Beim Saugen spielt der muskulöse Pharynx die Hauptrolle; er kann mittelst eines Vorziehmuskels bis in die Mundhöhle vorgestossen werden (*mp*, Fig. 101). Dieser Muskel ist am unteren Umfange des vorderen Saugnapfes und an der Basis des Schlundkopfes angewachsen, welcher wiederum durch einen Retractor nach hinten gezogen werden kann, der seitlich an der Kopfhaut und vorn am Schlundkopfe festgewachsen ist. Sobald die Ringmuskeln der Schlundkopfwände nachgeben, wird die Schlundhöhlung selbst erweitert und die Nahrungssäfte, die das Thier umgeben, eingesogen. Der Schlundkopf ist also ein Saugapparat im vollsten Sinne des Wortes. Um seine

Vorderöffnung herum ist er in eine halbmondförmige Lippe gefaltet (*l*, Fig. 101), welche sich dadurch bildet, dass sich seine Ränder gegenseitig nähern, so dass dann der Schlundkopf eine neue zusammenziehende Bewegung ausführen und durch dieselbe seinen Inhalt in den Darm befördern kann (*i*, Fig. 101).

Die Höhle des Pharynx steht nun durch einen sehr engen Canal (*r*, Fig. 101) mit einem cylindrischen Sack in Verbindung (*i*, Fig. 101), der nach hinten zu weiter wird und sich bald in zwei Aeste, die Anfänge der Blinddärme, theilt (*l l*, Fig. 99). Dieser Sack ist nur der Beginn des Darmcanals und hat von Sommer den Namen Magen erhalten; er trägt keine Epitheliumzellen (Macé) und unterscheidet sich dadurch von dem folgenden Theile des Darmes.

Jeder Blinddarm sendet nach dem Seitenrande des Wurmes 16 bis 18 Seitenäste, welche im Vordertheile des Thieres kürzer (*m*, Fig. 99) und nach vorn, im Hintertheile dagegen länger (*m'*, Fig. 99) und nach hinten gerichtet sind. Durchmesser und Länge dieser Verästungen sind bei allen Individuen verschieden; da die meisten noch besonders verästelt sind, nehmen sie natürlich im Ganzen einen beträchtlichen Raum ein und bieten eine sehr grosse Absorptionsfläche dar. Alle sind in ihrem hinteren Theile geschlossen, selbst die starken, der grossen Körperaxe parallel laufenden Hauptstämme. An injicirten Präparaten gleichen sie dicken Blattrippen.

Die Darmwände bestehen aus zwei Schichten: einer äusseren, homogenen Bindeschicht, welche nach Sommer keine eigenen Muskelfasern enthält*), aber von Bündeln der Körpermuskeln durchsetzt ist, und aus einer inneren Schicht verschieden geformter, aus granulösem Protoplasma bestehender Epitheliumzellen, die bei der Verdauung an ihrem freien Theile Pseudopodien vorstrecken, welche die Nahrungskörperchen in der Darmhöhlung erfassen und umwickeln. Dieser Vorgang kann natürlich nur an lebendig zerzupften Individuen beobachtet werden; isolirt gleichen diese Zellen vollkommen den Amöben. Wahrscheinlich wird der Inhalt des Darmes, sobald die Zellen alle seine Nahrungsstoffe aufgesaugt haben, entleert und durch eine neue Ration ersetzt.

Excretionssystem. — Obgleich die Einrichtung dieses Systems von derjenigen der Wassergefässcanäle der Cestoden verschieden ist, kann man es doch als letzterem homolog betrachten. In frischem Zustande und an Individuen, die in Alkohol gelegen haben, bemerkt man das Excretionssystem nur dann, wenn es vollständig mit Flüssigkeit angefüllt ist, was indessen nur selten der Fall zu sein pflegt; auch an

*) Macé nimmt im Gegensatze hierzu das Vorhandensein einer muskulösen, aus Längsfasern gebildeten Wand an, die zugleich zahlreiche ringförmig angeordnete Bündel enthält; diese Muskelfasern sollen von den Bündeln im Parenchym unabhängig sein. Es ist uns nicht gelungen, diese Behauptung zu bestätigen.

Schnitten lassen sich seine feinen Canälchen nur ausnahmsweise erkennen. Man muss also wohl oder übel wieder mit Berlinerblau oder einer Carminlösung injiciren; folgendes Verfahren liefert dabei nach Sommer die besten Resultate. Man bringt den Wurm unter eine starke Lupe und sticht mit einer Nadel, die mit Berlinerblau bestrichen ist, in den Punkt ein, wo der starke Sammelcanal (*a*, Fig. 99) seinen grössten Durchmesser hat, d. h. ein wenig hinter der Schalendrüse, die sich als runder, undurchsichtiger Punkt zeigt. In diesen Stich setzt man dann ein dünnes Glasröhrchen ein, durch welches die färbende Flüssigkeit eingespritzt wird. Hat man diese Operation glücklich durchgeführt, so erfüllt das Berlinerblau zunächst den grossen Sammelcanal und dringt von da aus in den grösseren Theil seiner Verästungen. Der Anfänger darf sich durch das Misslingen seiner ersten Versuche nicht abschrecken lassen. Höchst selten gelingt das Verfahren gleich beim ersten Male, und in unserem Laboratorium hat uns die Erfahrung gezeigt, dass die Studenten bei zehn Versuchen nur einmal zum Ziele gekommen sind. Man wird im günstigen Falle aber auch hinreichend für seine Mühe belohnt, denn das in Folge einer gelungenen Einspritzung erlangte Präparat (der Wurm muss in Canadabalsam gebettet werden) ist wirklich prächtig und äusserst lehrreich.

Man constatirt dann vor Allem, dass der Hauptstamm des Excretionssystemes (*a*, Fig. 99) an der Rückenfläche und längs der Mittellinie des Thieres liegt. Ausgenommen in seinem hinteren Theile, wo er sich verengt, hat er fast überall gleichen Durchmesser; er mündet am Hinterrande des Wurmes in der kleinen Excretionsöffnung (*Foramen caudale*) (*g*, Fig. 99). Zuweilen gelingt es, durch diese Oeffnung zu injiciren, doch im Allgemeinen füllt dann die Flüssigkeit eben nur den Hauptstamm an und dringt nicht in die Seitenäste. Es ist immer besser, so zu verfahren, wie wir oben beschrieben haben.

Im Vordertheile des Körpers, unmittelbar hinter der Schalendrüse, theilt sich der Hauptstamm in vier Aeste, von denen zwei auf der Bauchfläche (in der Fig. 99 sieht man nur einen, *c*), und zwei auf der Rückenfläche verlaufen (*b b*, Fig. 99). Die Bauchäste verzweigen sich bis in die Nähe des vorderen Saugnapfes, und ihre gekrümmten Aestchen vereinigen sich im Parenchym mit den entsprechenden Verzweigungen der Rückenzweige, welche sich auf der ganzen Oberfläche des Vorderkörpers nach rechts und links ausbreiten.

Weiter hinten und auf beiden Seiten vom Stamme sieht man eine grosse Anzahl secundärer Aeste, deren einer (*d*, Fig. 99) sich besonders durch seinen grossen Durchmesser bemerkbar macht. Alle diese verästeln sich an den Seiten des Körpers und ihre Zweige laufen hier und da wieder zusammen, so dass sie im Ganzen ein ziemlich verwickeltes Netz bilden, welches in der mittleren Parenchymschicht beginnt und sich durch die Muskelschicht bis in die letzte Schicht unter der Cuticula

hinzieht, wo seine Canälchen noch feiner werden und sternförmiges Aussehen annehmen. Dort sollen sich also nach Sommer die Anfänge des Excretionsapparates befinden. Diese Gesammtheit von Canälchen bildet ein sehr vollständiges Bewässerungssystem; die einzelnen Theile enthalten in verschiedener Menge eine farblose zähe Flüssigkeit, welche lichtbrechende Tröpfchen verschiedener Grösse mit sich führt.

Die Canälchen des Excretionssystemes sowie der Centralstamm sind von einer feinen, elastischen und structurlosen Haut begrenzt, die keine Muskelfasern enthält (Sommer). Die Flüssigkeit tritt durch die Excretionsöffnung in dem Maasse aus als das ganze System mehr oder weniger voll ist*).

Die Geschlechtsorgane. — *Distomum hepaticum* ist Zwitter; seine männlichen und weiblichen Organe sind dermaassen complicirt, dass ihr Studium ungemein schwierig ist. Wie bei den meisten Trematoden ist die physiologische Arbeit sehr vertheilt und bei der Bildung des Eies wirken namentlich verschiedene Organe mit. Wir wollen zunächst die männlichen Organe beschreiben.

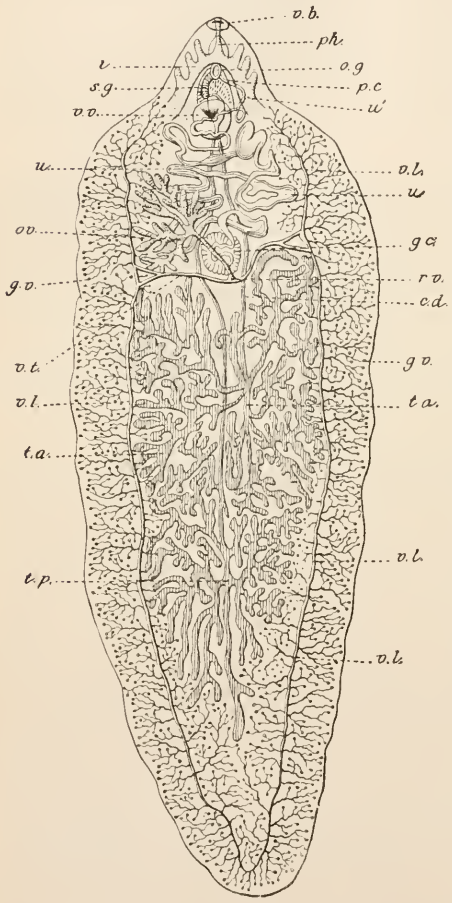
Die männlichen Organe sind verhältnissmässig die einfachsten. Sie bestehen aus Hoden, welche die Form paariger Röhrendrüsen besitzen, stark verzweigt sind (*ta* und *tp*, Fig. 102 und 103) und einen

*) Wir sind in der Beschreibung des Excretionssystemes den Beobachtungen von Sommer gefolgt; höchst wahrscheinlich werden fernere Untersuchungen über gewisse Punkte sie noch verbessern und ergänzen. Weiter unten werden wir sehen, wie Julien Fraipont an den Enden der Canälchen bei einer grossen Anzahl Trematoden kleine Trichter entdeckt hat, die auch von anderen Forschern gesehen, aber falsch gedeutet worden sind, und die sich in die Lücken des Parenchyms öffnen. Fraipont hat die Gefälligkeit gehabt, uns mitzutheilen, dass er in einer noch nicht erschienenen Abhandlung ähnliche an *Distomum hepaticum* entdeckte Trichter besprochen hat. „Um sie sehen zu können", sagt er uns, „muss man kleine, möglichst durchsichtige Individuen nehmen, deren Darmcanal fast keine Galle enthalten darf. Das Thier wird auf einen Objectträger unter ein Deckgläschen gebracht, auf welches man so lange einen zunehmenden Druck ausübt, bis das Thier auf das Drittel oder höchstens die Hälfte seiner normalen Dicke comprimirt ist. Mit Hülfe der Objectivlinse 8 von Hartnack und der Immersionslinse 10 sucht man einen relativ hellen Platz zwischen den Verästungen des Darmcanales. Man wird dann bald sehen können, dass unabhängig von den von Sommer beschriebenen feinen, leicht gefärbten Canälchen ein System ungemein feiner, vollkommen durchsichtiger Canälchen mit ausserordentlich dünnen Wänden vorhanden ist. Verfolgt man dann diese Canälchen mit der Zeiss'schen Oelimmersion von $\frac{1}{18}$ mm, so wird man am Ende des einen oder anderen eine Wimperflamme entdecken. Beobachtet man letztere aufmerksam, so erkennt man die typische Bildung des Trichters nebst den ihn umgebenden Lücken. Das Wesentliche dabei, aber auch die einzige Schwierigkeit ist, gerade den richtigen Druck auszuüben. Auch hält die volle Klarheit nur kurze Zeit, 10 Minuten bis höchstens eine halbe Stunde an, worauf Zersetzung der Gewebe, vollständige Zerquetschung und endlich der Tod eintritt."

(Julien Fraipont, 6. Mai 1883.)

breiten Raum in der Mitte des Körpers einnehmen (Samenfeld, Leuckart); sie liegen unter den Blinddärmen an der Bauchseite des Thieres. Man wird sie am besten an älteren Individuen studiren, welche in einer schwachen Lösung von Potasche oder in mit Wasser verdünnter Müller'scher Flüssigkeit aufgeweicht worden sind (Macé). Die Hodenröhren sind blinddarmartig geschlossen, ihr Durchmesser wächst nach dem Ende zu und das geschlossene Ende selbst ist gewöhnlich angeschwollen, so dass es hin und wieder ein blasenförmiges Aussehen hat. Die Hodenröhren liegen in der Parenchymmasse eingebettet und sind durch eine dünne, homogene und widerstandsfähige Haut umgrenzt, auf deren Innenfläche man fadenförmige Zellen (Faserzellen) bemerkt. Alle diese Röhren schlängeln sich nach verschiedenen Richtungen hin und wieder in gesonderten Gruppen auf zwei Samengängen (*cd*, Fig. 102 und 103). Letztere nehmen die Mittellinie des Körpers ein und liegen fast unmittelbar neben einander; sie sind jedoch von ungleicher Länge: derjenige der hinteren Hodengruppe (*ft*, Fig. 102) ist nahezu doppelt so lang als der andere, dessen Hodenröhrengruppe kaum die Hälfte der Körperlänge einnimmt. Beide convergiren nach vorn und nach-

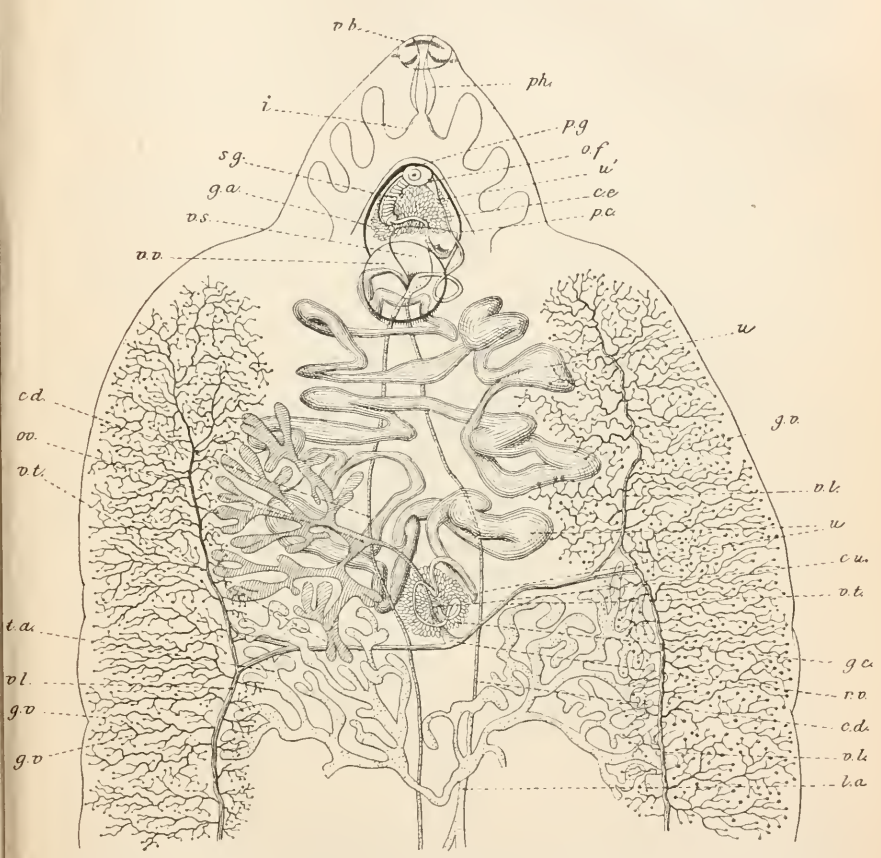
Fig. 102.



Distomum hepaticum. Genitalapparat. *v b*, Mundnapf; *v v*, Bauchnapf; *p c*, Cirrhusbeutel; *o g*, Geschlechtsöffnung; *s g*, Genitalsinus; *p h*, Pharynx; *i*, Darm; *t a*, vorderer Hoden; *t p*, hinterer Hoden; *c d*, Samenleiter; *g v*, Dotterdrüsen; *v l*, Seitenäste des Dotterganges; *v t*, Querast des Dotterganges; *o v*, Ovarium; *g c*, Schalendrüsen; *u*, Uterus; *u'*, Ende des Uterus; *v v*, Dotterblase.
(Nach Sommer, verkleinert.)

dem sie sich an der Basis des Cirrhusbeutels vereinigt haben, erweitern sie sich in eine Art spindelförmigen Behälter mit dickeren Wänden, das Samenbläschen (*vs*, Fig. 103), welches breit und leicht gekrümmt

Fig. 103.



Vordertheil des *Distomum hepaticum*, von der Bauchfläche gesehen, um die Anordnung der Geschlechtstheile zu zeigen. *v b*, Mundnapf; *v v*, Bauchnapf; *p c*, Cirrhusbeutel; *p g*, Genitalöffnung; *s g*, Genitalsinus; *p h*, Pharynx; *i*, Anfang des Darmes; *t a*, vorderer Hoden; *c d*, Samenleiter; *v s*, Samenblase; *c e*, Samenausführungsgang; *g a*, Nebendrüsen; *g v*, Dotterdrüsen; *v l*, Seitenäste des Dotterganges; *v t*, Querast des Dotterganges; *r v*, Dotterblase; *o v*, Keimstock oder Ovarium; *g c*, Schalendrüsen; *u*, Uterus oder Eileiter; *u'*, dessen Ende; *c u*, Uterusanfang am Vereinigungspunkte des Dotterganges und des Keimganges; *o f*, weibliche Geschlechtsöffnung.

(Nach Sommer.)

ist. Dasselbe verengt sich vorn und setzt sich in ein feines, mehrere Male um sich selbst gewundenes Canälchen fort, welches in einem cylin-

drischen breiteren Gang mit muskulösen Wänden, dem Cirrhus oder Penis, endet. Das gekrümmte Canälchen, von dem soeben die Rede war, ist der Spritzcanal (*Ductus ejaculatorius*) (*c e*, Fig. 103 u. 105) genannt worden; es ist von einer namhaften Anzahl einzelliger Drüsen, den accessorischen Drüsen, umgeben (*g a*, Fig. 103 und 105). Die genannten Zellen bestehen aus körnigem Protoplasma, haben eine eigene, ausserordentlich feine Hüllmembran und gehen durch einen fadenförmigen Gang direct in den Spritzcanal über, dessen Wände von zahllosen kleinen Oeffnungen durchlöchert sind, welche ihm nach Sommer das Aussehen eines Siebes geben.

Das Samenbläschen, der Spritzcanal, sowie die accessorischen Drüsen sind in einen Sack mit dicken und muskulösen Wänden eingeschlossen; dieses vor dem Bauchsaugnapfe liegende Gebilde nennt man den Cirrhusbeutel (*p c*, Fig. 102 und 103). Die Theile, welche er enthält, sind von einem netzartigen Bindegewebe umgeben, welches dem des übrigen Körpers analog ist.

Die Hodenröhren sind mit Zellen ausgekleidet, welche Zoospermen in verschiedenen Entwickelungsstadien enthalten. Diese Samenzellen sind gewöhnlich rundlich und enthalten einen grossen Kern, der in körniges Protoplasma gehüllt ist; der Kern spaltet sich in eine grosse Anzahl von Spermatozoidenköpfen, und die Samenzellen in den Samengängen ähneln ungemein denen von Tänia, welche wir in Fig. 92 abgebildet haben. Die Spermatozoiden haben einen rundlichen Kopf und einen sehr beweglichen, langen, fadenförmigen Schwanz.

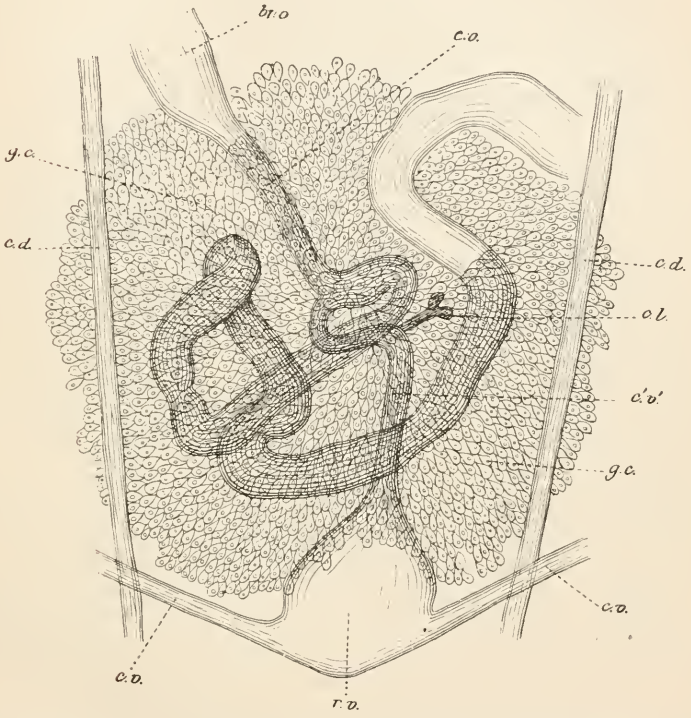
Die weiblichen Organe zerfallen in drei Gruppen: den Keimstock, die Dotterdrüsen und die Schalendrüsen.

Keim- oder Eierstock. — In diesem Organe entstehen die Eichen; es liegt im vorderen Theile des Körpers, rechts von dessen Mittellinie und ähnelt einer Hodentraube; es besteht aus verzweigten Röhren, deren blinddarmartige Enden bis an die Seitenzweige des Dotterganges (*o v*, Fig. 103) reichen und in einen einzigen Excretionscanal verschmelzen, welcher sich beträchtlich verengt und in die Schalendrüse hineinzieht. Dieser dünne Canal erweitert sich schwach und mündet dann in den Endzweig des Dotterganges. Die Wände des Keimstockes sind dicht und faserig, ihre innere Schicht besteht aus membranlosen Zellen, welche sich zu Eichen umbilden. Das Innere dieser Eierröhren ist mit diesen Eichen angefüllt, welche aus körnigem Protoplasma bestehen und einen Kern und Kernkörperchen enthalten. Sie bilden also den Urbestandtheil des Eies, welches sodann durch Hinzufügung des Dotters und einer Schale vervollständigt wird.

Die Dotterdrüsen. — Man bemerkt dieselben in namhafter Anzahl sowohl rechts und links auf beiden Seiten des Körpers als auch in dessen hinterem Theile. Sie zeigen sich in Form kleiner Träubchen, die durch unendlich viele feine und verzweigte Canälchen unter ein-

ander in Verbindung stehen (*gv*, Fig. 103). Diese Canälchen vereinigen sich ihrerseits zu zwei langen Sammelcanälen oder Dottergängen, welche auf beiden Seiten des Körpers hinlaufen, nach ihrem hinteren Ende zu ein wenig convergiren und ungefähr im Niveau mit der Schalendrüse durch einen Quercanal in Verbindung stehen (*vt*, Fig. 103). Letzterer, bald einfach, bald in seinem Anfange ge-

Fig. 104.



Distomum hepaticum. Vereinigungspunkt der weiblichen Geschlechtsdrüsen mit den Ausführungsgängen bei 185 facher Vergrösserung. *b r o*, Ast des Ovariums oder Keimstockes; *c o*, Keimgang; *c r*, quere Dottergänge; *r v*, Dotterblase; *c' v'*, Ausführungsgang des Dotters; *g c*, Schalendrüsen; *c d*, Samenleiter; *c l*, Laurer'scher Canal. (Nach Sommer.)

gabelt, öffnet sich in der Mittellinie und ergiesst hier seinen Inhalt in einen Behälter (*r v*, Fig. 103), der je nach der Menge des darin enthaltenen Stoffes mehr oder weniger sichtbar ist und sich durch einen feinen Canal mit dem Ausführungsgange des Keimstockes vereinigt.

Die Dotterdrüsen besitzen eine selbständige Wand; sie enthalten grosse mit Kugelkörperchen gefüllte Zellen, welche aus Fett und Eiweissmasse bestehen und gelblich- oder schwärzlichbraun gefärbt sind; diese

Körperchen findet man in dem ganzen Systeme vor und sie verleihen demselben seine eigene Färbung, die zuweilen schon dem blossen Auge sichtbar wird; sie sind dazu bestimmt, das Ei zu umlagern und dem jungen Embryo während seiner ersten Entwickelungsphasen als Nährstoff zu dienen. Die Dottergänge besitzen eine eigene Membran, die dünn und ohne Structur ist, und der Durchmesser der Gänge selbst erreicht sein Maximum in dem querlaufenden Dottergange.

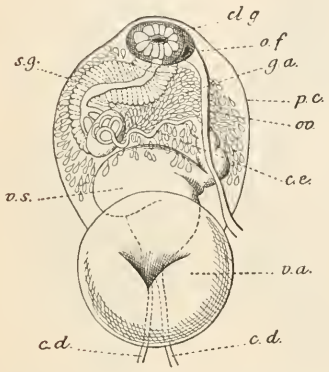
Die Schalendrüsen entstehen durch Anhäufung von einzelligen Drüsen, welche eine kugelige Masse bilden (*g c*, Fig. 102 und 103) und in der Mittellinie um den Vereinigungspunkt des Ausführungsganges des Eierstockes mit dem Eiergange und dem Dottergange gruppirt sind. Diese Masse besteht, wie das homologe Gebilde bei *Taenia solium*, aus einer grossen Zahl kleiner ei- oder birnförmiger Zellen, die feinkörniges Protoplasma und einen Kern enthalten (*g c*, Fig. 104). Ihr dünnes Ende geht in einen feinen Canal über, der in dem Vereinigungspunkte der oben genannten Excretionscanäle mündet. Jede dieser Zellen besitzt eine eigene Membran; obgleich sie also von einander unabhängig sind, sind sie in ihrer Gesammtheit doch von einer dünnen gemeinschaftlichen Haut umhüllt, und ihre Excretionscanälchen convergiren nach ein und demselben Punkte am Anfange des eigentlichen Eierganges. Das Absonderungsproduct der Schalendrüsen umgiebt schliesslich das Ei mit einer continuirlichen Schicht, zunächst aber zeigt es sich in Form kleiner durchsichtiger Tröpfchen, die sich zusammenballen und unregelmässig an die Eier heften. Nur nach und nach nimmt dieser Stoff die braune oder schwarze Färbung an, welche das Vorhandensein vollständiger Eier im Eiergange verräth, wenn man ein Distomum bei durchfallendem Lichte betrachtet.

Uterus. — Der Uterus (*u*, Fig. 102, 103, 104) ist ein langer, breiter, mehrmals gefalteter und um sich selbst gedrehter Canal. Er nimmt einen beträchtlichen Raum im Vordertheile des Körpers ein und geht im Niveau der Schalendrüse von dem Punkte aus, in welchem sich die Excretionscanäle der Dotterdrüsen und des Keimstockes vereinigen. Sein Durchmesser schwankt bedeutend, je nach der Menge der darin enthaltenen Eier, seine muskulösen Wände sind sehr elastisch und ihre Bewegungen tragen zum Ausstossen der Eier bei. Unter der hinteren Sauggrube wird der Durchmesser des Eierganges kleiner und die Eier können dort nur eins nach dem anderen fortrücken, um dann durch eine (weibliche) Mündung in die Geschlechtsgrube zu treten. Wenn man ein sehr feines Röhrchen in die äussere Mündung des Uterus einführt, gelingt es zuweilen, denselben zu injiciren; doch ist diese Operation sehr schwierig wegen der Winzigkeit der Oeffnung, und nicht selten ist auch der Uterus dermaassen von Eiern vollgestopft, dass er davon ganz unkenntlich wird. Man muss mit Hülfe der Lupe Individuen auswählen, bei denen das Eierlegen noch nicht begonnen hat.

Die Geschlechtsgrube (*clg*, Fig. 105), in welcher die weibliche Geschlechtsöffnung mündet, hat die Form eines ovalen Bechers, dessen grosse Axe quer läuft; sie ist am oberen Theile des Cirrhusbeutels angewachsen. Ihre Wände sind muskulös.

Wir wollen die Beschreibung des Geschlechtsapparates von Distomum nicht beenden, ohne noch auf einen kleinen räthselhaften Canal hingewiesen zu haben, der in unserer Fig. 104 mit *cl* bezeichnet und unter dem Namen Laurer'scher Canal bekannt ist nach dem Anatomen, welcher ihn zuerst an *Amphistoma conicum* beschrieben hat. Er beginnt in der Nähe des Vereinigungspunktes der Excretionscanäle des Keimstockes und der Dotterstöcke mit dem Eiergange und öffnet sich, nachdem er die Rückenfläche erreicht und sich einmal um sich selbst gedreht hat, fast im Niveau des oberen Theils der Schalendrüse nach aussen. Er ist abwechselnd als Vagina und als Abzugscanal für die übermässigen Absonderungsproducte der Dotterstockdrüsen betrachtet worden (Macé). Es sind noch weitere Forschungen nöthig, um ihm seine definitive Rolle bei der physiologischen Arbeit anzuweisen; soviel scheint indessen bis jetzt festzustehen, dass er nicht, wie man früher glaubte, als Begattungsorgan functionirt.

Fig. 105.



Distomum hepaticum. Die Enden der Geschlechtsorgane. *va*, Bauchsaugnapf; *pc*, Cirrhusbeutel; *clg*, Geschlechtsgrube; *cd, cd*, Samengänge; *vs*, Samenbläschen; *ce*, Spritzcanal, *g a*, einzellige Nebendrüsen des männlichen Excretionscanales; *ov*, Ende des Excretionscanales; *of*, Mündung des vorigen. (Nach Sommer.)

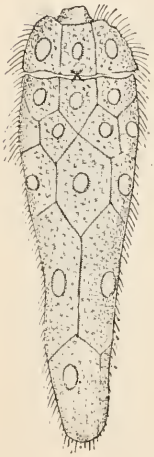
Die Befruchtung. — Die Art und Weise der Befruchtung von Distomum ist uns noch unbekannt. Sicher ist jedoch, dass sich dieser Wurm selbst befruchtet, indem er entweder seinen Penis in die weibliche Geschlechtsöffnung bringt, was aber bei dem Grössenunterschiede dieser beiden Organe sehr zweifelhaft erscheint, oder einfach den Samen aus dem männlichen Organe in die Geschlechtsgrube treten lässt. Der Samen würde durch die Zusammenziehungen der muskulösen Wände des Spritzcanals in die Geschlechtsgrube gedrängt und von dort durch die weibliche Geschlechtsöffnung nach dem Uterus übergeführt werden; am Anfange des letzteren Ganges befruchtet dann der Samen die Eier, ehe sie noch mit der Schale umhüllt werden. Die vollständigen Eier sind von ovaler Form und ihre gelbliche Färbung geht allmählich in

Schwarz über; an ihrem spitzen Ende haben sie ein Deckelchen, das man mit einem schwachen Druck leicht loslösen kann.

Entwickelung. — Der aus dem Eie entstehende Embryo schwimmt mittelst der ihn bedeckenden Wimpercilien frei umher. Erst kürzlich ist es Leuckart gelungen, die Weiterentwickelung dieses

Fig. 107.

Fig. 106.



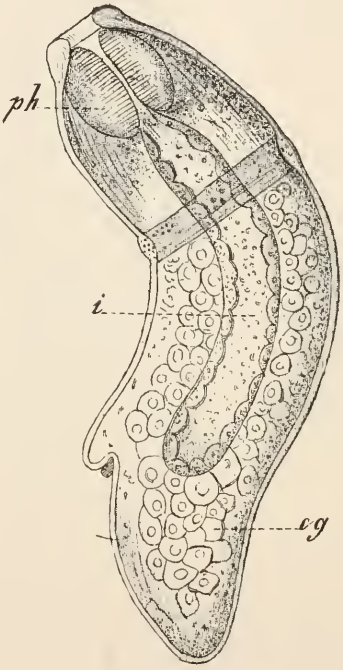


Fig. 108.

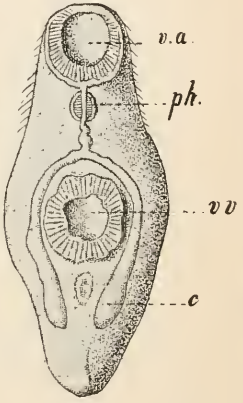


Fig. 106. Bewimperter Embryo von *Distomum hepaticum*, zeigt die vieleckigen Zellen seines Ectoderms und den x förmigen Augenfleck.
(Nach Leuckart.)

Fig. 107. Redie von *Distomum hepaticum*. *ph*, Schlundkopf; *i*, Darm; *cg*, Keimzellen, die Cercarien erzeugen.
(Nach Leuckart.)

Fig. 108. Cercarie von *Distomum hepaticum*. *va*, vorderer Saugnapf; *vv*, Bauchsaugnapf; *ph*, Schlundkopf; *c*, Blinddarm.

Embryos zu verfolgen, die bis dahin für die von uns als Typus gewählte Art noch nicht bekannt war. Wie man für alle anderen Distomeen, die zu diesem Zwecke studirt worden sind, constatirt hat, muss das junge Thier mehrere Wirthe nach einander bewohnen und Metamorphosen erleiden, ehe es seine definitive Gestalt erlangt. Man wird weiter unten ein Resumé dessen finden, was uns bis jetzt in Bezug hierauf

bei den Trematoden überhaupt bekannt ist. Zunächst das, was nach Leuckart mit *Distomum hepaticum* vorgeht. Der bewimperte Embryo (Fig. 106) hat Kegelform und trägt an seinem vorderen Theile einen x-förmigen Augenfleck; er ist später von Bildungszellen angefüllt und zuvor von einer körnigen Protoplasmamasse. Er hat im Allgemeinen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Dicyemiden (Leuckart). Er besitzt nur eine Spur des Darmcanals und die erste Andeutung des Excretionssystems in Form von bewimperten Trichtern. In dieser Form gelangt er in eine Schnecke, *Limneus minutus* (andere Arten von Lymneen, *L. peregr*, z. B. können wohl diese Embryonen eine Zeit lang beherbergen, sie gelangen aber in ihnen nicht bis zur Bildung von Cercarien. Leuckart). In der genannten Art verliert er dann die Hülle mit den Wimpercilien, zieht sich zusammen und nimmt ovale Form an, während sich der x-förmige Augenfleck in zwei Theile spaltet. Hierauf wachsen die Keimzellen in seinem Inneren ungemein rasch und entwickeln nach ungefähr zwei Wochen Redien (Fig. 107), welche sich absondern und die Embryohülle durchbrechen und verlassen. Jeder Embryo erzeugt auf diese Weise fünf bis acht Redien; letztere haben einen walzenförmigen Körper und ihr innerer Bau ähnelt dem der Embryonen, mit dem Unterschiede jedoch, dass ihr Darmcanal und ihr Excretionssystem höher entwickelt sind. Man bemerkt ferner am vorderen Theile ihres Körpers eine Oeffnung, welche dazu bestimmt ist, einer letzten Entwickelungsform des Thieres Durchgang zu verschaffen. Die Redie ist in der That noch nicht definitive Larvenform von Distomum; sie erzeugt in ihrem Inneren durch anderweitige Keimzellen eine neue Form, die Cercarie (Fig. 108), deren Bildung fünf Wochen nach dem Eintritt der Embryonen in die Schnecke beginnt und nach Ablauf von vierzehn Tagen beendet ist. Jede Redie erzeugt 15 bis 20 Cercarien, die einen Schwanz besitzen und durch die besondere, von uns erwähnte Oeffnung austreten. Sie sind ebenfalls fähig, ein isolirtes Leben zu führen. Was aus ihnen wird, wissen wir nicht. Die Untersuchungen Leuckart's hören hier auf; er hat die Cercarien Hasen zu fressen gegeben, doch ohne Erfolg; ferner hat er unter dem Mikroskop eine bemerkenswerthe Neigung der Cercarien zum Einkapseln constatirt; als er sie dieser Kapsel beraubt und auf diese Weise wieder durchsichtiger gemacht hatte, fand er einen gegabelten Darm, also einen Schritt zur Bildung jenes Organes, wie wir es an dem älteren Distomum kennen. Möglicherweise gelangt die Cercarie noch in einen zweiten Zwischenwirth, ehe sie von dem Wiederkäuer aufgenommen wird, in welchem sie sich zu Distomum umbildet. Doch kann auch der Uebergang aus der Schnecke in den Wiederkäuer ein directer und die Einkapselung der Cercarie nur eine vorübergehende Entwickelungsphase sein. Die weiteren Untersuchungen Leuckart's werden uns zweifellos auch über diesen Punkt Aufklärung verschaffen. Für den Augen-

blick wissen wir nur, dass die Entwickelung von *Distomum hepaticum* keine directe ist und dass dieser Wurm nach dem Austritt aus dem Eie drei Stadien, das des Embryos, der Redie und der Cercarie durchläuft, ehe er seine definitive Form erlangt.

Alle erwachsenen Saugwürmer gleichen dem Leberegel, den wir soeben beschrieben haben, durch das Merkmal, dass ihnen immer Ringe oder Glieder fehlen, was sie sehr deutlich von den Cestoden unterscheidet. Ihr Körper ist gewöhnlich blattförmig, einige bieten indessen eine cylindrische Gestalt der (*Bilharzia, D. cylindraceum*). Bei anderen ist der Vordertheil des Körpers aufgetrieben, rundlich und vom hinteren Theile deutlich geschieden (*Holostomum, Hemistomum*). Man kennt auch solche, die einen zusammenziehbaren Schwanz besitzen (*D. appendiculatum*).

Der Bau des Parenchyms und der Haut wechselt wenig; diese letztere wird fester und stärker und nähert sich einer chitinösen Structur bei den äusserlich schmarotzenden Polystomen (*Phyllonella*).

Die Zahl und die Lage der Saugnäpfe wechseln dagegen bei den verschiedenen Gattungen sehr. Der Bauchsaugnapf, der vollständig fehlen kann (*Monostomum*) weicht bisweilen bis zum hinteren Körpertheile zurück (*Amphistomum*).

Bei den Aussenparasiten sind die Saugnäpfe häufig mit chitinösen Stäbchen bewaffnet (*Phyllonella, Dactocotyle*), Gebilden, welche man übrigens bei ihnen an verschiedenen anderen Körperstellen, um die Geschlechtsöffnungen herum u. s. w. antrifft. Diese Saugnäpfe sind in der Zahl von zwei sehr beweglichen, auf jeder Seite des Mundes (*Tristomum, Udonella*) gelegen oder in grosser Anzahl auf einen scheibenförmigen Fortsatz in der hinteren Gegend des Körpers gestellt vorhanden (*Polystomum integerrimum*). Bei *Tristomum* existirt nur ein grosser hinterer Saugnapf.

Auf den bei den meisten Saugwürmern endständigen Mund folgt immer ein kurzer muskelreicher Schlundkopf, der wenig oder gar nicht vorziehbar ist. Der Verdauungscanal ist nicht immer verzweigt. Bei *Distomum lanceolatum* z. B., das man gewöhnlich in Gemeinschaft mit *D. hepaticum* in den Gallencanälen der Wiederkäuer antrifft, ist der Darm einfach in zwei Blindsäcke gegabelt, welche sich auf jeder Körperseite bis in sein Hinterende erstrecken. Bei *D. haematobium* sind diese zwei Blindsäcke hinten vereinigt, so dass der Darm kreisförmig verläuft. Eine gleiche Anordnung findet sich übrigens bei *Tristomum*, *Polystomum integerrimum* u. s. w. wieder, deren Blindsäcke verzweigt sind. Bei *Aspidogaster* ist der Darm im höchsten Grade der Einfachheit (ein einziger Blindsack) vorhanden und bei *Amphilina* fehlt er vollständig. Kein Saugwurm besitzt einen After.

Das Ausscheidungssystem bietet zahlreiche, in jüngster Zeit vorzüglich von Fraipont beschriebene Eigenthümlichkeiten dar. Nach diesem Schriftsteller kann man alle diese sehr wechselnden Anlagen auf eine typische Anordnung zurückführen, die in einer Endblase besteht, welche durch einen Ausführungsgang nach aussen mündet, und von welcher weite, in der ganzen Körperlänge sich ausdehnende Canäle ausgehen. In diese Canäle mündet ein System feiner Canälchen, welche in kleinen, zuerst von Bütschli bei der in *Planorbis cornutus* schmarotzenden *Cercaria armata**) beschriebenen Wimpertrichtern ihren Ursprung nehmen. Die Wimpertrichter öffnen sich in Lücken des Körperparenchyms, Lücken, welche von Fraipont als die erste Anlage eines Coeloms oder einer Körperhöhle betrachtet werden. Diese

*) Bütschli, Zool. Anzeiger, Nr. 42, 1879.

Zusammensetzung des Ausscheidungsapparates aus drei Theilen: einer Endblase, weiten Canälen und feinen Canälchen, die in Gruppen mit den vorhergehenden verbunden sind und in den Wimpertrichtern entspringen, scheint allgemein zu sein. Unsere typische Art, *Distomum hepaticum*, entfernt sich indessen davon durch das Verschwinden der Endblase, was ohne Zweifel durch die ausserordentliche Verlängerung des Hinterendes des Körpers verursacht wird. Hier findet sich nämlich diese Blase bei den anderen Saugwürmern gelegen. Diese Verlängerung hat zur Folge, dass die Blase in ein langes cylindrisches Rohr, so wie wir es beschrieben haben, verwandelt wird.

Die Endblase ist bald einfach, bald unvollkommen durch eine Längsfalte (*Distomum squamula*) oder Querfalte (*Diplostomum volvens*) getheilt. Ihre Gestalt ist meistens dreieckig mit der Spitze des Dreickes gegen das *Foramen caudale* gekehrt, während die zwei anderen Winkel die Stämme der weiten Ausscheidungscanäle aufnehmen*). Diese Stämme sind allgemein in der Anzahl von zweien vorhanden, welche sich bald in einer sehr kleinen Entfernung von ihrem Ursprungspunkte in zwei theilen, um so vier Längscanäle abzugeben (*Gyrodactylus*), bald in einer grösseren Entfernung von ihrem Ursprungspunkte sich theilen, um einen Aussen- und einen Innenast zu bilden, welche mit einander anastomosiren können (*Distomum squamula*). Wie dem auch sei, diese Canäle verzweigen sich durch Nebenäste, welche blind enden und indem sie unter einander anastomosiren, ein bisweilen sehr complicirtes Netz bilden (*Diplostomum volvens*). Sie nehmen an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes ein System sehr feiner Canälchen auf, die sich zu Gruppen vereinigen und die an ihrem Ende nicht geschlossen sind, sondern ihren Ursprung in Wimpertrichtern nehmen, welche von einer einzigen, die Gestalt einer Kapsel oder eines Hütchens besitzenden Zelle gebildet werden. Diese Trichter, deren Existenz Fraipont auch bei den Aussenparasiten (*Octobothrium, Diplozoon, Polystomum*) nachgewiesen hat, öffnen sich in die Lückenräume des Parenchyms, die mit Flüssigkeit erfüllt sind, eine sternartige Form aufweisen und mit einander durch in das Bindegewebe des Parenchyms gegrabene Canälchen in Verbindung stehen.

Man sieht, dass das Ausscheidungssystem der Saugwürmer in seiner allgemeinen Anlage demjenigen der Cestoden sehr ähnlich ist und dass man es leicht auf den nämlichen Typus zurückführen kann.

Das Nervensystem ist bisher mit Sicherheit nur in einer kleinen Anzahl von Gattungen nachgewiesen worden, bei welchen die allgemeine Anlage die gleiche ist, wie in unserer Typenart: ein doppeltes Oberschlundganglion, von welchem zwei lange Seitennerven und kleine Nervenfäden in verschiedenen Richtungen abgehen. Das unpaare Unterschlundganglion scheint weniger beständig zu sein.

Den erwachsenen Saugwürmern fehlen gewöhnlich Sinnesorgane, aber ihre freilebenden Cercarienlarven besitzen fast immer vorn einen oder mehrere Pigmentflecke, welche man als Augen betrachtet hat. Solche Flecke sind auch bei einigen Polystomeen (*Diporpa, Polystomum*) beschrieben worden. Bei *Temnocephala* sind sie unmittelbar auf den Nervenganglien gelegen. Bei *Dactylogyrus, Tristomum coccineum*, wäre der Augenfleck mit einem besonderen lichtbrechenden Körper, einer Art Krystalllinse in Beziehung (Wagener).

Die Anlage des Geschlechtssystemes wechselt unendlich hinsichtlich der

*) Bei *Epibdella scianae* und *Pseudocotyle squatinae* ist die allgemeine Anordnung in dem Sinne umgekehrt, dass die beiden gemeinsamen Stämme der Ausscheidungscanäle sich jeder getrennt in eine auf der Bauchfläche des vorderen Körperendes gelegene blasenförmige Ampulle öffnen.

Einzelheiten; sie bietet immer einen hohen Grad von Verwickelung dar; es existirt stets ein Keimstock, eine beträchtliche Anzahl Dotterdrüsen, Schalendrüsen u. s. w. Der Hermaphroditismus bildet die Regel. Man kennt indessen eine gewisse Anzahl Ausnahmen, welche die Folge einer raschen Entwickelung des männlichen oder weiblichen Apparates auf Kosten des anderen, welcher unausgebildet bleibt, zu sein scheinen. In diesen Fällen besteht eine gewisse Verschiedenheit in der Gestalt zwischen den männlichen und weiblichen Individuen (*Bilharzia*, *D. filicolle*). So ist bei *Bilharzia*, die in den Blutgefässen des Menschen lebt, das Männchen grösser und stärker als sein Weibchen, welches von dem Männchen in einem aus zwei in Röhrenform zusammengeschlagenen Hautfalten gebildeten *Canalis gynaecophorus* eingeschlossen getragen wird.

Selten besitzen die Hoden der Saugwürmer eine so grosse Entwickelung wie bei *D. hepaticum*. Meistens röhrenförmig, sind sie bisweilen lappig (*D. globiporum*), blasenförmig und im Körperparenchym zerstreut (*Dactocotyle, Diplectanum*) oder längs der Mittellinie angehäuft (*Microcotyle, Axine*). Bei *Udonella* existirt nur ein einziger grosser, kugelförmiger Hoden, während bei *Phyllonella*, *Epibdella* zwei Hoden vorhanden sind, die symmetrisch jederseits der Mittellinie gelegen und durch eine gemeinsame Hülle vereinigt sind. Was die Samenleiter anbetrifft, so erstrecken sie sich meistens in unabhängiger Weise, wie bei unserer typischen Art bis zur Geschlechtsmündung, wo sie ganz nahe an der weiblichen Geschlechtsöffnung münden. In diesem Falle, der bei den Distomeen und bei *Udonella, Phyllonella, Calycotyle* unter den Polystomeen die Regel bildet, ist die Befruchtung nothwendig eine äussere. Aber bei einigen Polystomeen (*Dactocotyle*, *Polystomum*) hat man innere Verbindungen zwischen den Hoden und dem Ootyp beschrieben, die entweder durch besondere Canälchen oder durch das directe Oeffnen der ersteren in den letzteren wie bei *Microcotyle* vermittelt werden (Zeller, Vogt). In diesen Fällen ist möglicherweise die Befruchtung eine innere.

Der Eierstock ist immer einfach, bald traubenartig verzweigt, wie wir es beschrieben haben, bald kugelig (*Phyllonella, Epibdella*) oder in Gestalt einer verschlungenen Röhre verlängert. Ueberall ist er Keimstock und bringt Eier hervor, die durch Beifügung des Dotters und einer Schale vervollständigt werden müssen. Die Eier ergiessen sich durch den Eileiter entweder direct in den Uterus, wo die Ausführungscanäle der Dotter- und Schalendrüsen (*Distomeen*) ebenfalls münden oder in einen sack- (*Dactycotyle, Microcotyle, Phyllonella*) oder röhrenförmigen (*Polystomum*, *Udonella*) Behälter, der von Van Beneden unter der Bezeichnung „Ootyp“ beschrieben worden ist. Hier nun ergiessen sich die zur Bildung des vollständigen Eies nöthigen Producte, sowie die Samenflüssigkeit; hier geht auch die Befruchtung vor sich. Das Ootyp ist mit Wimperhaaren ausgekleidet oder mit besonderen Apparaten versehen, die das Ei in eine Umdrehungsbewegung versetzen, welche dessen Befruchtung und definitive Ausbildung sichert. Erst jetzt wird das Ei in den Eileiter, dessen Dimensionen sehr schwankend sind, abgestossen. Die Zahl der so hervorgebrachten Eier schwankt ebenfalls bedeutend. Bei *Udonella, Diplectanum*, giebt es gewöhnlich nur ein einziges, während bei *Phyllonella*, *Dactycotyle*, sie ziemlich zahlreich vorhanden sind und man sie bei den Distomeen nach Tausenden zählt. Die Ausstossung der reifen Eier findet entweder durch eine besondere, von dem Uterus vollständig geschiedene Oeffnung (*Polystomum, Calicotyle*), oder durch die Ausmündung des Uterus selbst statt, welche dann auch zur Einführung des Samens dient (*Phyllonella, Udonella*).

Die Dotterstöcke (Dotterdrüsen) sind überall nach der gleichen Grundform angelegt: In dem Körper verzweigt, treten ihre Ausführungscanälchen gegen

die Sammelcanäle hin zusammen, welche das Absonderungsproduct in den Anfang des Uterus oder in das Ootyp (*Polystomum*) ergiessen. Was die Schalendrüsen anbetrifft, so sind sie immer in der Nähe des Vereinigungspunktes des Eierstockes und der Dotterdrüsen gelegen und bieten sich in der Gestalt eines Haufens kleiner einzelliger Drüsen dar, deren Absonderungsproduct in gelblichen Tröpfchen besteht, welche sich um das Ei herum ankleben und es schliesslich mit einer zusammenhängenden Schicht einhüllen, welche sich erhärtet und braun wird.

Fügen wir hier noch hinzu, dass man bei einigen Polystomeen um die Geschlechtsöffnungen herum chitinöse verschieden geformte Fortsätze findet, welche als Begattungsorgane dienen.

Die Eier der Polystomeen, deren Entwickelung direct ist, sind viel grösser als die der Distomeen. Ihre Schale ist oft mit chitinösen Fortsätzen in Gestalt langer Fäden (*Diplozoon*), Haken (*Dactycotyle*) u. s. w. versehen, mittelst deren sie sich an dem Wirthe, den sie bewohnen sollen, anheften. Das Ei ist bald spindelförmig (*Dactycotyle*), bald dreieckig (*Phyllonella*) oder eiförmig. Aus diesem Ei geht ein junges Thier hervor, welches ungefähr die gleichen Formen wie die Eltern besitzt, und die weitläufigen Verwandlungen, welche die Distomeen charakterisiren, nicht durchmacht. Man kennt indessen einige Beispiele von Polystomeen, deren Larve eine theilweise Bekleidung von Wimperhaaren trägt und sich dem Wimperembryo der Distomeen nähert (*Polystomum integerrimum*). Die Jungen des *Diplozoon paradoxum*, unter dem Namen *Diporpa* bekannt, müssen sich zuerst paarweise innig vereinigen, bevor sie die Reife ihrer Geschlechtsorgane erreichen. In der That klammern sie sich gegenseitig mittelst ihres Bauchsaugnapfes an eine kleine knopfförmige Papille, welche sie auf ihrer Rückenseite tragen, an, was eines der beiden Individuen nöthigt, sich zu drehen, indem es sich kreuzweis auf das andere Individuum legt. Da die Berührungstheile mit einander verwachsen, so scheinen beide Individuen bald nur ein einziges zu bilden, das die Gestalt eines X hat. *Gyrodactylus* bietet uns das Beispiel eines lebendig gebärenden Saugwurmes dar, welcher Junge durch innere Sprossung erzeugt. Das junge, noch in dem mütterlichen Körper eingeschlossene Thier, enthält in seinem Uterus schon einen auf ungeschlechtige Weise durch Sprossung erzeugten Embryo und dieser letztere enthält bisweilen etwas später selbst noch die erste Anlage zu einem vierten Nachkommen. Es ist dies ein sonderbarer Fall einer Einschachtelung von drei oder vier Generationen in einander; die erste Generation ist geschlechtig, die folgenden sind ungeschlechtig, denn die Geschlechtsorgane der eingeschachtelten Thiere sind weit davon entfernt, reif zu sein.

Bei den Distomeen dagegen ist die Entwickelung der Jungen niemals direct. Der Embryo macht eine Reihe von Verwandlungen durch, die den von uns bei *Distomum hepaticum* beschriebenen analog sind.

Aus dem Ei geht ein mit einem Ectoderm (*D. lanceolatum*) versehener, theilweise oder ganz mit Wimperhaaren bedeckter Embryo hervor. Mittelst der Wimperhaare schwimmt er herum, bis er einen Wirth, gewöhnlich ein wirbelloses Thier, angetroffen hat. In diesem angelangt, verliert er seine Wimperhülle und verwandelt sich bald in Redien (Wesen mit einem Munde, einem einfachen Verdauungsrohre, das blindsackartig geschlossen ist, und mit der ersten Anlage eines Ausscheidungssystemes), bald in Sporocysten (einfache Säcke ohne Spur von einem Darme). Diese Redien und Sporocysten bringen durch Innensprossung entweder eine neue Generation Redien oder Sporocysten, oder durch die Ausbildung der Keimzellen, welche sie enthalten, direct Cercarienlarven hervor.

In allen Fällen ist die Cercarie diejenige Larvenform, welche auf die Redie oder die Sporocyste folgt. Sie ist ein kleiner Leberegel, der sich von

dem erwachsenen dadurch unterscheidet, dass er nur erst Rudimente der Geschlechtsorgane besitzt, und dass er mit Augenflecken und einem sehr beweglichen Schwanze (*Leuchochloridium* ausgenommen) versehen ist; die Cercarie verlässt den Sack, in welchem sie sich aufhielt, entweder indem sie die Wände sprengt (Sporocysten), oder durch eine besondere Oeffnung (Redien); sie verlässt den Wirth, in welchem sie entstanden ist, um frei während einer gewissen Zeit im Wasser herumzuschwimmen, bis sie einen neuen Wirth gefunden hat, der meistens ein von dem ersten Wirthe ganz verschiedenes Thier (Fisch, Lurch) ist. Sie dringt gewaltsam in diesen Wirth ein, verliert ihren Schwanz und kapselt sich ein, indem sie einer passiven Wanderung entgegensieht, d. h. dass ihr Wirth von einem dritten verspeist werde, in welchem sie dann geschlechtig wird und sich in einen ausgebildeten Leberegel verwandelt.

Der Kreislauf dieser Verwandlungen wird bisweilen abgekürzt durch den Umstand, dass sich die Cercarie direct entwickelt, sich also nicht einkapselt, sondern direct in seinen definitiven Wirth eindringt. Es ist dies beim *Distomum cygnoïdes* der Fall, das in der Urinblase des Frosches lebt.

Literatur. Mehlis, *Observationes anatomicae de Distomate hepatico et lanceolato*, Göttingen 1825. — Laurer, *Disquisitiones anatomicae de Amphistomo conico*, 1830. — Blanchard, *Recherches sur l'organisation des vers. Ann. des sc. nat.*, 3. serie, vol. VII u. VIII, 1847. — De Filippi, *Mémoire pour servir à l'histoire genétique des Trematodes. Mém. R. Acad. di Torino*, 2. serie, vol. XV, 1854, *et Ann. des sc. nat.*, 4. serie, vol. II, 1854; vol. III, 1855 u. vol. VI, 1856. — Moulinié, *Résumé de l'histoire du développement des Trématodes. Mém. Institut genevois*, 1855. — Pagenstecher, Trematodenlarven und Trematoden, Heidelberg 1857. — G. Wagener, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer, Haarlem 1857. — Ders., Ueber *Gyrodactylus elegans*. Müller's Archiv, 1860. — Ders., Redien u. Sporocysten, ebendaselbst. — Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, Paris 1861. — R. Leuckart, Die menschlichen Parasiten, 2. Aufl., Bd. II, 1882. — Stieda, Beiträge zur Anatomie der Plattwürmer. Anatomie des *Distoma hepaticum*. Müller's Archiv, 1867, und: Ueber den angeblichen Zusammenhang der männlichen und weiblichen Organe bei den Trematoden. Müller's Archiv, 1871. — Blumberg, Ueber den Bau des *Amphistoma conicum*, Dorpat 1871. — E. Zeller, Untersuchungen über die Entwickelung und den Bau von *Polystoma integerrimum*. Zeitschr. für w. Zool., Bd. XXII, 1872. — Ders., Untersuchungen über die Entwickelung des *Diplozoon paradoxum*, ebendaselbst. — Ders., Ueber *Leucochloridium paradoxum* und die weitere Entwickelung von dessen Distomenbrut, ebendaselbst, Bd. XXIV, 1874. — Ders., Weitere Beiträge zur Kenntniss der Polystomeen, ebendaselbst, Bd. XXVII. — Ch. S. Minot, *On Distomum crassicolle. Memoirs of the Boston Society of natural history*, Boston 1878. — Wierzejski, Zur Kenntniss des Baues von *Calicotyle Kroyeri*. Zeitschr. für w. Zool., Bd. XXIV, 1877. — C. Vogt, Ueber die Fortpflanzungsorgane einiger ectoparasitischer mariner Trematoden, ebendaselbst, Bd. XXX, Suppl. 1878. — L. Lorenz, Ueber die Organisation der Gattungen Axine und Microcotyle. Arbeiten aus dem Zool. Institut, Bd. I, Wien 1878. — A. Lang, 1. Untersuchungen zur vergl. Anatomie und Histologie des Nervensystemes der Plathelminthen. II. Ueber das Nervensystem der Trematoden. Mittheil. Zool. Station Neapel, Bd. II, 1881. — C. Kerbert, Beiträge zur Kenntniss der Trematoden. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XIX. — Ercolani, *Nouvelles recherches sur l'origine des Trematodes. Archives italiennes de Biologie*, vol. I. — Leuckart, Zur Entwickelungsgeschichte des Leberegels. Arch. f. Naturgesch., 48. Jahrgang, 1882. — Macé, *Recherches anatomiques sur la grande Douve du fore*, These, 1882. — A. P. Thomas, *The Life History of the Liver Tanke. Quarterly Journal of Microsc. Science*, 1881.

Ordnung der Strudelwürmer (*Turbellaria*).

Freilebende, symmetrische Plattwürmer, mit weichem Körper, der mit Wimperhaaren bedeckt und mit mikroskopisch kleinen Nesselstäbchen bewaffnet ist; das zusammenhängende Hautmuskelsystem steht mit den Muskeln des Parenchyms, welches die Zwischenräume der Organe erfüllt, in Verbindung. Keine Leibeshöhle. Darmcanal mit Mund und Schlundkopf, ohne After; Nervensystem aus einem queren Oberschlundganglion zusammengesetzt, das Seitennerven abgiebt. Wassergefässsystem von Canälchen gebildet. Geschlechtsorgane gewöhnlich zwitterig; Keim- und Dotterstöcke getrennt.

Wir stellen mit den meisten Zoologen in dieser Ordnung zwei Unterordnungen auf:

I. Die rhabdocoelen Strudelwürmer (*Rhabdocoela*) mit geradem Darmcanal, ohne Seitenblindsäcke oder ohne Darm; man unterscheidet unter ihnen zwei Hauptgruppen, umfassend:

1. Die Acoelen (*Acoela*) ohne Darmcanal, ohne Nerven- und Wassergefässsystem; alle besitzen hingegen ein Gehörsteinchen (*Convoluta*, *Proporus*);

2. Die eigentlichen Rhabdocoelen, einen Darmcanal, ein Nervensystem, ein Wassergefässsystem, aber selten ein Gehörsteinchen besitzend. Man unterscheidet unter ihnen zwei Hauptgruppen: die Alloiocoelen mit zerstreuten Hoden (*Plagiostoma*, *Monotis*) und die Rhabdocoelen mit dicht gedrängten Hoden (*Macrostomum*, *Microstomum*, *Prorhynchus*, *Mesostomum*, *Vortex*).

II. Die dendrocoelen Strudelwürmer (*Dendrocoela*) mit verzweigtem Darmcanal, die man auch in zwei Hauptgruppen theilen kann:

1. Die Tricladen mit einer einzigen Geschlechtsöffnung (*Monogonopora*) und Wassergefässsystem (*Planaria*, *Geoplana*, *Gunda*);

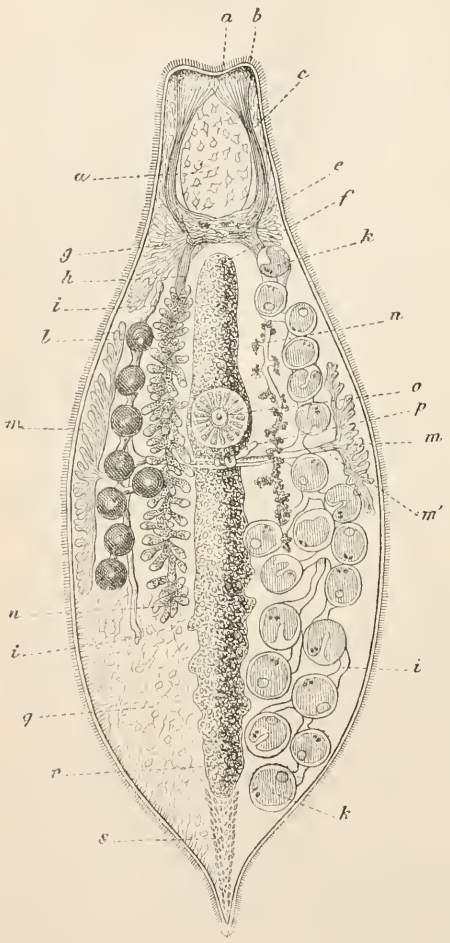
2. Die Polycladen, mit doppelter Geschlechtsöffnung (*Digonopora*), scheinen des Wassergefässsystemes zu entbehren (*Leptoplana*, *Stylochus*, *Thysanozoon*).

Die Rhabdocoelen leben meistens in Süsswasser; die Polycladen sind fast alle Seethiere, die Tricladen Land- und Süsswasserbewohner, selten Meerthiere (*Gunda*).

Typus: *Mesostomum Ehrenbergii* (Osc. Schm.). — Dieses vollkommen durchsichtige Thier findet sich in kleinen ruhigen Lachen, in ganz Europa zerstreut, von Juni bis September. Unsere Exemplare kommen aus einem an der Mündung des Flon bei Lausanne gelegenen kleinen Sumpfe, wo unser College du Plessis sie entdeckt hat. Trotz seiner

beträchtlichen Grösse von 15 Millimetern ist das Thier schwer zu bemerken, wenn sein Darm nicht gefüllt oder seine Eier, welche auf beiden Seiten des Körpers zwei braune knotige Streifen bilden, noch nicht entwickelt sind. Sein Fang ist schwierig; die Thiere kleben so fest an das feine Netz an, dass man sie nicht ablösen kann, ohne sie zu verletzen. Man muss sich mit Geduld daran machen, aufs Gerathewohl hin mit einem oben weit

Fig. 109.



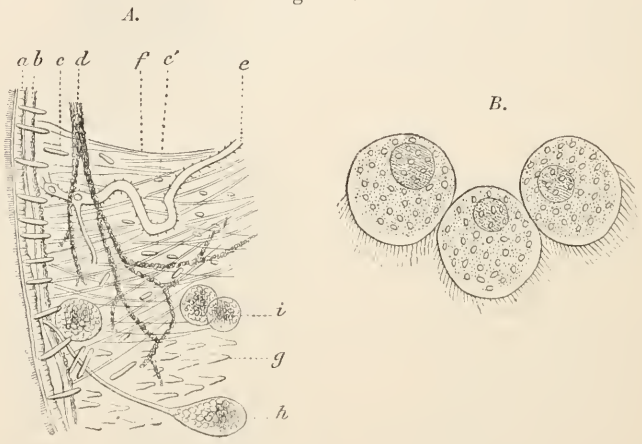
Mesostomum Ehrenbergii, ungefähr zwölfmal vergrössert, um die allgemeine Anordnung der Organe zu zeigen. Die nach der Natur gezeichnete Figur ist indessen aus zwei Hälften in verschiedenen Trächtigkeitszuständen befindlicher Individuen zusammengesetzt, wie man solche in der Natur niemals auf einem einzigen Individuum vereinigt sehen wird. Da die zwei Seitenhälften des Thieres vollkommen symmetrisch sind, konnte man sich diese Zusammenstellung erlauben. Auf der linken Seite sind die Organe zur Zeit der Erzeugung der Wintereier dargestellt; die Hoden und Dotterdrüsen sind alsdann in voller Thätigkeit. Auf der rechten Seite sieht man die gleichen Organe in der Zeit, wo die Sommereier reif sind und im Innern bereits die beiden Augen und den Schlundkopf der Embryone zeigen; die Dotterdrüsen und die Hoden sind alsdann in Rückbildung begriffen und bedeutend reducirt. *a*, Vordertheil mit dem dichten Stäbchenbesatz; *b*, Wimperepithelium; *c*, vordere Seitennervenstränge, *d*, mittleres Feld des Kopfes mit Spinndrüsen; *e*, Gehirn, die beiden schwarzen Augen tragend; *f*, vorderes Ende des Darmcanales; *g*, seitliche Kopfdrüsen; *h*, hinterer Seitennerv; *ii*, linker Uterus; *kk*, Sommereier mit Embryonen; *l*, Wintereier mit brauner Schale; *mm*, Hoden; *m'*, Samenleiter; *nn*, Dotterdrüsen; *o*, Schlundkopf mit dem centralen Munde; *p*, Keimstock; *q*, Körperparenchym mit Muskelfasern und Hautdrüsen; *r*, hinteres Ende des Darmcanales: *s*, caudale Spinndrüsen.

offenen Gefässe Wasser zu schöpfen und dann darin die Thiere aufsuchen, welche mit wellenförmigen Bewegungen lebhaft herumschwimmen oder ohne merkbare Zusammenziehungen durch das Spiel der Wimperhaare, welche den ganzen Körper bedecken, dahingleiten. Man beobachtet fast alle Organisationseinzelheiten an dem lebenden Thiere, das man mittelst eines geschickt ausgeübten Druckes auf dem Compressorium fixiren kann. Um es zu härten oder zu zerzupfen, muss man sich der von Lang und von Hertwig angegebenen Methoden bedienen. Die Gewebe zersetzen sich mit ausserordentlicher Leichtigkeit. Um einzelne Details sehen zu können, kann man die Thiere mit vollkommen neutralem Bismarckbraun färben. Sie leben mehrere Stunden lang in einer solchen Lösung; während dieser Zeit färben sich die Gewebe zwar in diffuser Weise, aber diese Färbung macht die Umrisse der Nerven und der Wassergefässcanäle, welche vollkommen klar und farblos bleiben, sichtbarer.

Die Gestalt des sehr abgeplatteten Körpers ist diejenige eines lanzettförmigen Blattes mit ganzen Rändern (Fig. 109). Das Vordertheil, das sehr beweglich ist und sein Aussehen oft ändert, scheint im gewöhnlichen Zustande mehr oder weniger abgestumpft. Mit dem Vordertheile tastet das Thier; das Hinterende ist in eine kurze Spitze ausgezogen. Die Rückenseite ist ein wenig gewölbt, die Bauchfläche etwas concav, aber gleichsam wie von einem Knopfe durch den in die Körperaxe etwas vor die Mitte gestellten Schlundkopf gewulstet. Man bemerkt jetzt schon unter einer schwachen Vergrösserung, dass das Vordertheil mit zahlreichen Stäbchen besetzt ist, welche ihm eine dunkle Farbe verleihen, dass es durch seitliche Nervenstränge (*c*), welche ein viel helleres eiförmiges Feld umschreiben, etwas aufgewulstet ist und dass es auf der queren Ganglienmasse (*e*) zwei schwarze Augen von unregelmässigen Umrissen trägt. Beinahe unmittelbar hinter der centralen Ganglienmasse beginnt mit einem blinden und geschlossenen Ende der Darmcanal (*f*), der gewöhnlich mit bräunlich gelben Substanzen, Kügelchen, Fetttropfen u. s. w. erfüllt ist. Er setzt sich gerade nach hinten in der Körperaxe fort und endet als blindes Rohr in einiger Entfernung vom Schwanzfortsatze. Seine Ränder sind gewöhnlich warzenartig, unregelmässig durch die eingeführten Nahrungsstoffe ausgedehnt. In seinem vorderen Theile befindet sich der tonnenförmige Schlundkopf (*o*) mit strahliger Zeichnung, die einem Rade gleicht. Er trägt im Mittelpunkte die kreisrunde Mundöffnung, welche oft Ausdehnungs- und Zusammenziehungsbewegungen zeigt. Auf beiden Seiten des Darmcanales kann man drei Längsstreifen von dem Geschlechtssysteme angehörigen Organen sehen, die je nach den Geschlechtsperioden ihr Aussehen wechseln. Die Dotterdrüsen (*n*) bilden die zwei dem Darmcanale nächsten Streifen, dann kommen die Eibehälter (*i*), zwei Arten Eier je nach dem Alter des Thieres enthaltend,

helle und durchsichtige Sommereier als erste Brut, und braungefärbte Wintereier als Producte des reifen Zustandes. Endlich werden die äussersten Streifen zwischen den Eibehältern und der Haut von den Hoden (*m*) in Gestalt gelappter Traubendrüsen gebildet. Je nach ihrem Entwickelungszustande erstrecken sich diese verschiedenen Organe mehr oder weniger weit nach hinten. Ihre Ausführungsgänge vereinigen sich hinter dem Schlunde, wo sich die Begattungsorgane befinden, die durch den Darmcanal verdeckt werden, so dass nur ein kleines kolbenförmiges Organ rechts hervorragt, welches der Keimstock (*p*) ist.

Fig. 110.



A. Ansicht des Randes eines ziemlich jungen, noch keine Eier besitzenden Mesostoms in optischem Schnitt. Objectiv Gundlach IV, Camera lucida. *a*, Epithelialschicht mit Wimperzellen; *b*, Hautmuskelschicht; *c*, Stäbchen in der Längenansicht; *i*, dieselben, von oben gesehen; *d*, gelbe Pigmentzüge; *e*, Wassergefässcanal; *f*, Muskelfasern des Parenchyms, ausgebreitet; *g*, dieselben, henkelartig gefaltet; *h*, Hautdrüse; *i*, Zellen (sich bildende Hautdrüsen (?). *B.* Abgelöste Wimperzellen, die Flimmerhaare, die Kerne und die Poren zeigend. Zeiss, Immersion, E.

In der Mittellinie des Schwanzendes sieht man ansehnliche Drüsen (*s*), welche eine Art Kiel bilden.

Körperdecken. (*A*, Fig. 110.) — Beobachtet man an einem lebenden Thiere die Ränder des durchsichtigen Körpers, so nimmt man deutlich in optischem Schnitte zwei nahe zusammengeklebte Schichten wahr, welche sich aber oft an einigen Stellen, infolge der Diffusion der im Parenchym enthaltenen Flüssigkeit, von einander entfernen. Die meisten Reagentien heben die äussere Schicht in Gestalt von Blasen empor. Diese Schicht wird von Wimperzellen gebildet, deren Flimmerhaare durch eine dickere äussere Cuticularschicht getrennt scheinen, welche unter sehr starken Vergrösserungen und in der Innenansicht ein

punktirtes Aussehen darbietet. Abgelöste Wimperzellen erscheinen rund, mit deutlichen, ziemlich grossen Kernen; sie zeigen alsdann die kleinen Poren auf ihrer ganzen Oberfläche, was man leicht constatiren kann, wenn man sie unter der Einwirkung ihrer Flimmerhaare (*B*, Fig. 110) sich drehen sieht. Bei ihrer Vereinigung nehmen sie polyëdrische Formen an. Hie und da wird diese Schicht, so wie die folgende, von Stäbchen durchbohrt, welche cylindrische, stark lichtbrechende Körper vorstellen, und die, von oben gesehen sich als runde oder eiförmige Körner mit sehr deutlichen Umrissen darbieten. Wir werden sehen, dass diese Stäbchen, welche wir als Anlagen von Nesselorganen betrachten, sich in besondere Zellen bilden. Sie sind in dem vorderen Theile des Kopfes sehr gehäuft und bieten sich dort mit ihren hervorstehenden Enden wie eine den vorderen Rand bekleidende Bürste dar.

Die zweite, innere Schicht, die Hautmuskelschicht (*A*, Fig. 110, *b*) wird durch feine, blasse und zusammengeklebte Muskelfasern gebildet, die in der Längsrichtung oder kreisförmig verlaufen; die platten und breiten Längsfasern finden sich im Innern und sind einzig in optischer Schnittansicht wahrnehmbar; die runden und feinen Kreisfasern verbergen sich an dem äusseren Rande in der Epithelialschicht. Man kann diese Fasern sehr gut unterscheiden, wenn man ein junges, der Geschlechtsreife nahes Thier wählt, und die Aussenschicht an durchsichtigen Stellen untersucht, indem man den Brennpunkt so hoch als möglich nimmt. Bisweilen ist es uns gelungen, die an dem Rande der äusseren Hautmuskelschicht hervorragenden Kreismuskeln wie die Reifen an einem Fässchen zu sehen.

Parenchym. Wir müssen hier bemerken, dass wir weder dem Mesostom noch irgend einem der untersuchten Strudelwürmer, eine allgemeine Körperhöhle oder ein Coelom zuerkennen und dies trotz der Autorität von von Graff, des Verfassers der bekannten prachtvollen Abhandlung über die Turbellarien. Wir sehen, auf Schnitten wie an lebenden Thieren, ein sehr gedrängtes, aber gleichzeitig auch sehr dehnbares Geflecht von Muskelfasern, von denen die einen vertical von einer Fläche des Körpers zur anderen gehen, während die übrigen von dem centralen Theile der Axe gegen die beiden Enden, den Kopf und den Schwanz, mehr oder weniger weit ausstrahlen; diese Fasern lassen sich ziemlich gut färben, sind glatt, flach, auf der ganzen Länge gleich breit und zeigen weder Kerne noch Protoplasmahüllen, theilen sich aber an ihren Enden in Aeste und feine Zweige. In weit ausgedehnten Körpertheilen zeigen sich diese Fasern unter wenig bedeutenden Vergrösserungen als längliche sehr schwach angedeutete Streifen (*A*, Fig. 110, *f*), aber in den mehr zusammengezogenen Körpertheilen sieht man sie (ebendaselbst, *g*) wie Schlingen mit divergirenden Schenkeln, die nach innen gerichtet sind, während der Scheitel der Schlinge sich mit weit

schärferen Umrissen, an der Oberfläche darbietet. Diese Anordnung hat viele Schriftsteller verleitet zu glauben, dass diese Fasern auf sich selbst zurückkehren. Die Zwischenräume dieser Muskelgeflechte sind mit einer durchsichtigen, schleimigen Substanz erfüllt, die unter einem starken Drucke wie bei den Infusorien diffundirt und eiweissartig scheint, denn sie gerinnt bei der Anwendung aller härtenden Reagentien zu einer sehr feinkörnigen Masse. Auf den Schnitten sieht man nirgends Lücken oder Höhlungen, aber immer diese feinkörnige Substanz, welche wir mit gutem Recht als sarcodisch betrachten dürfen. Die verschiedenen Organe dringen durch ihr Wachsen sowie durch den Druck, welchen die Zusammenziehungen des Körpers auf sie ausüben, in die Zwischenräume dieses Geflechtes, indem sie die sehr dehnbaren Muskelfasern bei Seite schieben. Die Durchdringlichkeit dieses Parenchyms ist so gross, dass die aus den Sommereiern herauskommenden Embryone überall durch sie hindurchtreten, um an einer beliebigen Stelle auszuschlüpfen. Man sieht, wenn man das Thier mit ziemlich starken Vergrösserungen beobachtet, dass die Contractionen der Hautmuskelschicht mehr oder weniger von denjenigen des Parenchymgeflechtes unabhängig sind; diese zwei Schichten gleiten beständig über einander.

In diesem Parenchym entstehen verschiedene Zellenbildungen, die sich nach und nach gegen die Oberfläche hin begeben und dann einen wesentlichen Bestandtheil der Körperdecken bilden, welchen sie ursprünglich fremd waren. Wir unterscheiden bei Mesostomum die folgenden Gebilde:

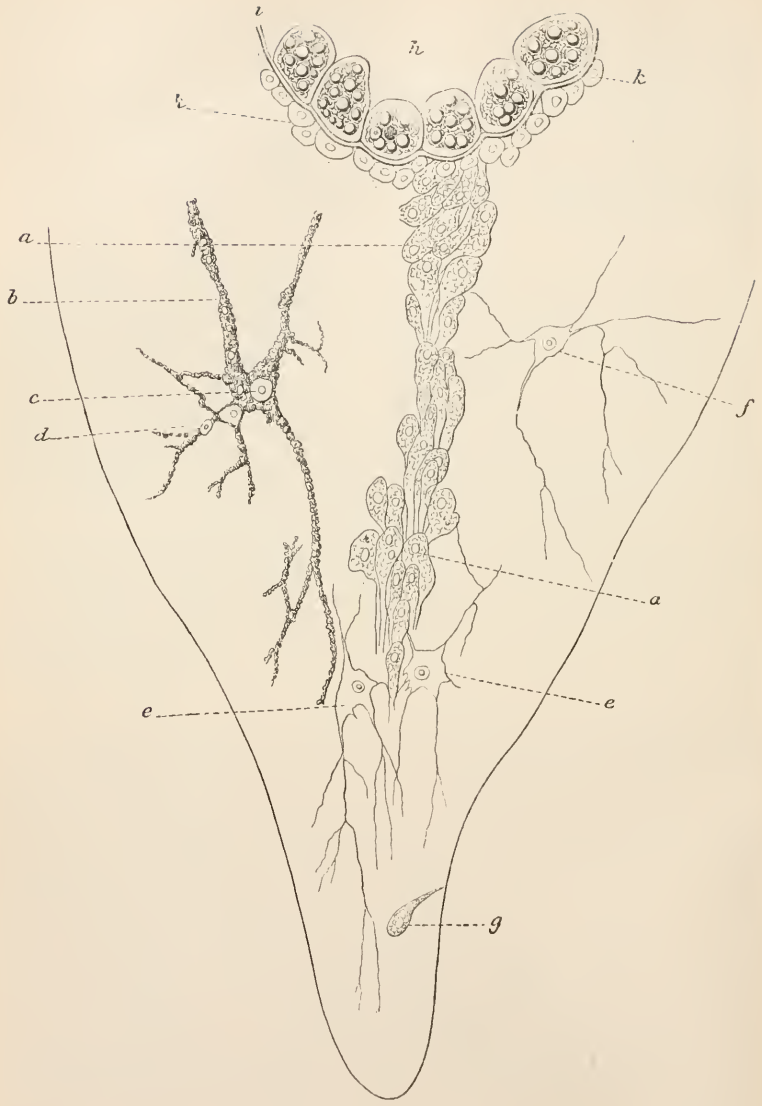
1. Hautdrüsen (*A*, Fig. 110, *h* und *i*). — Diese einzelligen Drüsen bilden sich, wie wir glauben, in dem Parenchym in Gestalt amoebenähnlicher Zellen mit sehr feinen Fäden, die in wechselnder Zahl von der Peripherie der Zelle ausgehen, welche sehr wenig körnig ist und einen hellen granulösen Kern mit einem etwas undeutlichen Kernkörperchen aufweist. Diese Bildungszellen sind auch unter dem Namen „Bindegewebszellen“ beschrieben worden. Wir zweifeln nicht daran, dass diese Zellen in dem Parenchym die gleiche Rolle wie die noch nicht differenzirten Bildungszellen der embryonalen Gewebe spielen und zum Aufbaue der verschiedenen Organe dienen, aber wir haben ihre Verwandlungen nur in Beziehung zu den Hautdrüsen verfolgt. Man sieht in der That diese Zellen sich abgrenzen, ihre Scheinfüsse verlieren und im Verhältniss, wie sie sich der Oberfläche nähern, körnig werden. Hier an der Oberfläche zeigen sie sich endlich (*i*) in Form von runden, körnigen Zellen, die einen Kern und ein Kernkörperchen besitzen, deren Umrisse etwas verwischt sind, die sich aber ziemlich lebhaft färben. Gewöhnlich sind diese Zellen paarweise vereinigt, aber man trifft sie auch vereinzelt an. Man sieht an ihnen selten Ausführungsgänge; wir haben aber solche zu verschie-

denen Malen in Gestalt von hellen, engen Canälen constatirt, welche (*h*, Fig. 110, *A*; *g*, Fig. 111, a. f. S.) wir bis zur Hautmuskelschicht verfolgen konnten. Diese Gänge enthielten Granulationen und es ist wahrscheinlich, dass man sie erst im Augenblicke bemerkt, wo die Drüse sich leert und zu gleicher Zeit damit zerstört wird. Man findet in der That hie und da in der oberflächlichen Schicht runde Zellen mit verschwommenen, sehr blassen Umrissen. Diese Zellen sind kaum an einigen Granulationen erkenntlich und scheinen uns in schliesslicher Zerstörung befindliche Hautdrüsen zu sein.

2. Spinndrüsen (*s*, Fig. 109; *a*, Fig. 111). — Diese Drüsen scheinen nur eine Modification der Hautdrüsen zu sein. Sie sind viel grösser, häufig ausgebuchtet und fast gelappt; sie weisen viel hellere Granulationen auf und verengern sich um grössere, stets sehr helle Ausführungsgänge zu bilden. Die Granulationen des Drüsenkörpers hingegen haben eher das Aussehen einer zusammengedrehten, schleimig zähen Substanz. Die Kerne sind sehr sichtbar. Ausserordentlich feine Fäden gehen von diesen Drüsen aus, welche eine auf der Mittellinie der Bauchseite des Schwanzes sich hinziehende Traube bilden, die sehr gut sichtbar ist, da hier Stäbchen fast immer fehlen (*s*, Fig. 109). Diese Drüsen erstrecken sich noch bis zum Schlundkopfe, aber um sie längs des Darmcanales sehen zu können, muss man ein Individuum so zerschneiden, dass durch den Druck die dunkeln Darmzellen entleert werden. Diese Drüsen sondern einen zähen Schleim ab, mittelst dessen die Mesostomen sich anhängen und Gewebe spinnen, welche den Netzen der Spinnen ähnlich sind und hauptsächlich zum Fange von Insectenlarven dienen, welche nicht so leicht zu bemeistern sind, wie die Wasserflöhe (*Daphnia*), mit denen sich die Mesostomen vorzugsweise nähren. Endlich sind diese Drüsen wohl ausgebildet in jenem Theile des Kopfes, welchen wir das Mittelfeld (*d*, Fig. 109) nennen, wo man sie infolge der Durchsichtigkeit dieser von den Seitennervensträngen umgebenen (*c*, Fig. 109) Stelle sehr gut untersuchen kann. Sie besitzen hier ein etwas verschiedenes Aussehen, sind nicht in Trauben vereinigt, sondern stehen einzeln, erscheinen runder und die fadenförmigen Fortsätze lassen sich leichter wahrnehmen. Diese Drüsen treten hauptsächlich dann in Thätigkeit, wenn das Mesostom eine Beute, z. B. einen Wasserfloh erfasst, der unmittelbar durch den zähen Schleim unbeweglich gemacht wird und den das Mesostom mit seinem, zu einem Löffel umgeformten Vordertheil umgreift, um ihn gegen den Mund zu pressen und auszusaugen.

3. Gelbes Pigment. — Wir sehen es in zwei verschiedenen Formen vorkommen: in Gestalt von vereinzelten Zellen und von Verzweigungen, welche Gefässen ähnlich sehen. Die Menge dieser Pigmentstoffe wechselt ausserordentlich.

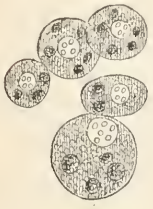
Fig. 111.



Schwanzende des Mesostoms, Rückenfläche. Objectiv IV von Gundlach, Cam. lucid. Man hat nur einige besondere Theile gezeichnet, um die Figur nicht undeutlich werden zu lassen. *a a*, durchschimmernde Spinndrüsen; *b*, Pigmentnetz mit hellen Zellen im Mittelpunkte *c* und kleinen Hellräumen *d* auf den Zweigen; *e e*, hinteres Paar verzweigter Zellen, Ganglienzellen ähnlich; *f*, vordere rechte Ganglienzelle (?); *g*, Hautdrüse; *h*, Darmzellen; *i*, Darmhaut; *k*, helle Zellen ausserhalb des Darmcanales.

Die gelben Zellen (Fig. 112) kommen in allen Lagen des Parenchyms vereinzelt vor. Sie sind klein, da die grössten ungefähr die Hälfte des Durchmessers einer Epithelialzelle besitzen. Wenn sie genügend ausgebildet sind, zeigen sie eine sehr deutliche Zellwand und im Innern einen hellen, runden Kern, in welchem man immer einige sehr lichtbrechende runde Bläschen bemerkt. Der hell ockergelbe Zellinhalt ist körnig und bildet hie und da bedeutendere, aber unregelmässige Anhäufungen. Man trifft diese Zellen vorzugsweise im Kopfe, um das Nervensystem und um die Hoden herum an. Die Trauben des Hodens sind bisweilen in solchem Grade von ihnen umhüllt, dass sie auf ihnen ein zusammenhängendes Epithelium zu bilden scheinen. Einige Individuen entbehren dieser Zellen fast während ihres ganzen Lebens, andere hingegen scheinen damit vollgestopft zu sein und ihre Zahl wächst reissend schnell mit dem Alter und beim Herannahen des Todes. Die Jungen besitzen niemals solche Zellen; man sieht sie erst einige Tage nach der Geburt auftreten.

Fig. 112.



Gelbe Zellen, mit heller Kammer, unter Zeiss, Immersion, *E* gezeichnet.

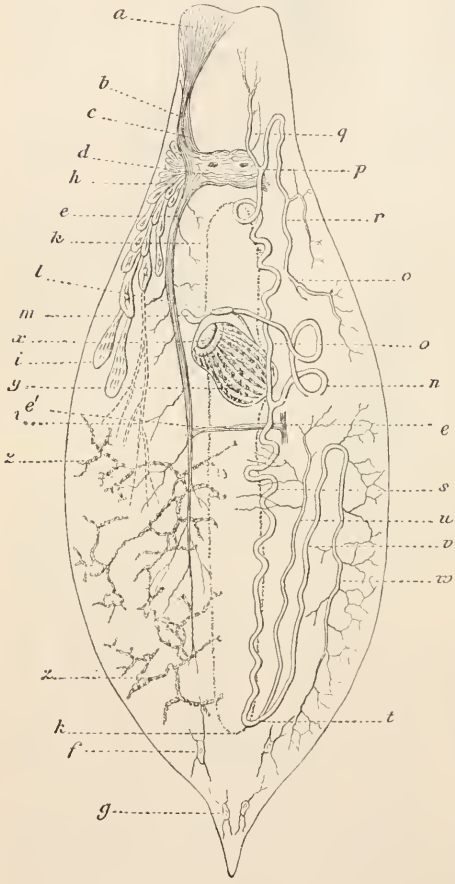
Die Pigmentverzweigungen (*d*, Fig. 110, *A*; *b*, Fig. 111; *z*, Fig. 113, a. f. S.) können hauptsächlich im hinteren Theile des Körpers und vorzugsweise auf der Rückenfläche wahrgenommen werden. Ihre Zeichnung ist ausserordentlich wechselnd und immer verschieden auf den beiden Körperseiten. Sie bieten infolge ihrer zahlreichen Zweige und Anastomosen, sowie infolge ihrer gelben Farbe und ihres körnigen Inhaltes das Aussehen von Gefässnetzen dar, in welchen die Blutkügelchen sich zusammengeklebt hätten. Bisweilen sieht man zwei parallele Längsstämme, andere Male einen einzigen Mittelstamm; in anderen Fällen sind die Verbindungen unterbrochen oder einzig durch die Zweige hergestellt. Unter stärkeren Vergrösserungen erscheinen die Verzweigungen körnig und bieten die gleichen unregelmässigen gelben Anhäufungen wie die Zellen dar; man sieht bisweilen runde Zwischenräume (*d*, Fig. 111) und in den Vereinigungspunkten mehrerer Zweige runde Hellräume mit einem einzigen Kern (*c*, Fig. 111), die sehr deutlich das Bild einer verzweigten und sternförmigen Pigmentzelle geben, in deren Mittelpunkt ein heller Kern mit einem Kernkörperchen existirt.

Es ist möglich, dass dies die Bedeutung dieser Verzweigungen ist. Wir müssen indessen bemerken, dass wir niemals Uebergangsformen von den runden Zellen mit so deutlich bestimmten Umrissen zu den mit unregelmässigen und unbestimmten Umrissen versehenen Verzweigungen gesehen haben. Vielleicht sind diese Pigmentbildungen von gleicher Natur wie die gelben Zellen so vieler niederer Thiere,

nämlich Schmarotzerpflanzen, deren Keime in die so durchdringlichen Körperdecken der Mesostomen eindringen.

Fernere Untersuchungen werden diese Frage aufklären, aber wir müssen noch erwähnen, dass den so weichen und oft amoebenähnlichen Zellen, von denen im Allgemeinen die Gewebe der Mesostomen gebildet werden, dass diesen Zellen gegenüber die Kerne und festen Wände der gelben Zellen sich eher als Pflanzenzellen angehörig darstellen.

Fig. 113.



Figur theilweise nach denjenigen von Leuckart, Graff und Schneider und grösstentheils nach mit der Cam. luc. angefertigten Skizzen zusammengestellt. Vergrösserung wie in Fig. 109. Man hat auf der linken Seite das Nervensystem, die Nesselzellen und die Pigmentverzweigungen, auf der rechten das Wassergefässsystem dargestellt. Die Umrisse des Darmcanales sind durch eine punktirte Linie angedeutet; der Schlundkopf ist zur Seite geneigt dargestellt, wie ihn die Thiere ziemlich häufig tragen. *a*, Endbüschel des vorderen Kopfnervenstammes; *b*, Bauchrand des gleichen Stammes. Man sieht den Umriss des Rückenrandes dieses Stammes ein wenig in *c*; *d*, Gehirn mit den beiden Augen; *e*, hinterer Seitennervenstamm, auf der rechten Seite abgeschnitten; *e'*, Quercommissur; *f*, vordere, *g*, hintere Ganglienzellen (?); *h*, Gruppe der im Entstehen begriffenen Nesselzellen (man hat die Trauben nicht gezeichnet, welche im vorderen Kopftheile liegen); *i*, ausgebildete Nesselzellen; *i'*, Stäbchenzüge; *k k*, Umrisse des Darmcanales; *l*, äussere Oeffnung des Wassergefässvorhofes; *m*, linker Wassergefässstamm, abgeschnitten; *n*, rechter Wassergefässstamm, Schlingen bildend; *o*, vorderer Wassergefässzweig; *p*, Zweitheilung dieses Zweiges; *q*, innerer aufsteigender Ast; *r*, absteigender Ast; *s*, hinterer Wassergefässast; *t*, Zweitheilung dieses Astes; *u*, innerer aufsteigender Zweig; *v*, äusserer aufsteigender Zweig; *w*, zurückgebogener und absteigender Theil dieses Zweiges; *x*, Mund des muskulösen Schlundkopfes; *y*, Körper des muskulösen Schlundkopfes; *z z*, Pigmentverzweigungen.

4. Die Nesselzellen und die Stäbchen. — Wenn man die Körperdecken des Mesostoms (Fig. 110, *A*) untersucht, so bemerkt man immer eine grosse Menge kleiner lichtbrechender Cylinder, die sich ein wenig an den beiden Enden zuspitzen und in die oberflächlichen Schichten eingepflanzt sind, ja sogar oft mit einem ihrer Enden über die Wimperschicht herausragen. Diese Gebilde nennen wir die Stäbchen. Sie haben eine zur Oberfläche der Körperdecken senkrechte Richtung; man sieht sie folglich in ihrer ganzen Länge an den Rändern (*c*, Fig. 110, *A*) des Thieres, mehr oder weniger verkürzt (*e'*, ebendaselbst) auf der Fläche desselben. Diese Stäbchen sind homogen, sehr lichtbrechend und knicken nach und nach im Wasser, noch schneller in Säuren und Alkalien zusammen, ohne einen weiteren Bau zu zeigen.

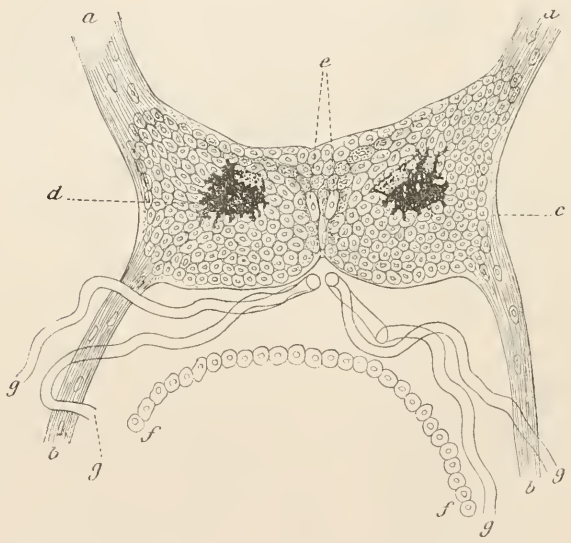
Sie sind anscheinend ohne Ordnung vertheilt. Wenn man indessen aufmerksam untersucht, so sieht man im Parenchym verzweigte Züge (*i'*, Fig. 113), in welchen sich die Stäbchen meistens abwechselnd und paarweise anordnen. Diese, beinahe immer gabelig getheilten Züge sind an ihren Enden den Hautschichten genähert und tauchen durch ihre Stämme, welche oft von linienartigen, mehr oder weniger deutlichen Zeichnungen umgeben sind, ein wenig mehr in das Parenchym. Wenn man diesen Zügen folgt, gelangt man zu Zelltrauben, welche mittelst dünner werdender Hohlstiele sich in ein beinahe dreieckiges, seitlich am Kopfe gelegenes Feld zusammendrängen, das durch den Ursprung der zwei grossen Nervenstränge und den Rand der Haut gebildet wird. Hier findet sich der Ursprung der Nesselzellen (*h*, *i*, Fig. 113). Vom Ursprungspunkte aus gehen zwei mehr oder weniger deutliche Zelltrauben ab: die eine, die wir gezeichnet haben, wendet sich nach hinten den Körperseiten entlang; die andere, auf unseren Zeichnungen ausgelassen, um den Anblick der vorderen Nervenstränge nicht zu verdecken, folgt diesen letzteren und breitet sich auf dem vorderen Kopfende aus, dessen Rand so mit Stäbchen und damit gefüllten Zellen gespickt ist, dass er davon unter dem Mikroskope dunkel erscheint, während er weisslich ist, wenn man das Thier auf schwarzem Grunde beobachtet.

Diese Zellen sind zuerst rundlich, mit etwas körnigem, durchsichtigem Protoplasma, das einen klaren Kern enthält, welcher ziemlich gross ist und ein Kernkörperchen besitzt. Nach und nach verlängern sie sich, nehmen die Gestalt einer Birne an, während zu gleicher Zeit die anfangs kurzen Stäbchen im Protoplasma sich differenziren. Vollständig ausgebildet, gleichen diese Zellen (*o*, Fig. 125) klaren und durchsichtigen Birnen mit langem Halse und kolbenförmigem Ende, an welchem man bisweilen noch einen Rest des abgeflachten Kernes sieht, während im Halse und in dem Stengel die Stäbchen der Länge nach angeordnet sind. Die Hälse und Stengel treiben Fortsätze,

welche auch Stäbchen führen und die mit einander anastomosiren können. Schliesslich wird die helle Zelle resorbirt, sie verschwindet und es bleiben nur noch die Züge übrig, in welchen die Stäbchen angeordnet sind, die immer mehr gegen die Oberfläche sich drängen und sich häufiger auf der Bauchfläche zeigen.

Wir haben uns nicht von der Existenz von zwei Arten von Nesselzellen, die einen klein, mit kurzen Stäbchen, die anderen mit grösseren Stäbchen, überzeugen können; es schien uns, als seien dies vollständig die gleichen Zellen, allerdings mehr oder weniger entwickelt. Hingegen können wir die Beobachtung Schneider's bestätigen, der längere Fäden von der Oberfläche hat abgehen sehen. Wir haben in der That constatiren können, dass lange Zeit unter dem Mikroskope durch

Fig. 114.



Erwachsenes *Mesostomum Ehrenbergii*. Gehirn mit Cam. luc. unter Gundlach IV. gezeichnet. *a*, vordere Kopfstämme; *b*, hintere Seitenstämme; *c*, Centralmasse des Gehirnes; *d*, Augen; *e*, helle Centralzellen; *f*, Rand des Darmcanales mit seinen Zellen; *g*, Schlingen der Wassergefässcanäle.

einen mässigen, aber zur Fixation genügenden Druck gefangen gehaltene Individuen von dem Vordertheile des Kopfes lange Fäden oder Bänder aussandten, welche vollkommen das Aussehen und den Durchmesser der Stäbchen, aber eine zehnfache Länge hatten. Diese Bänder wickelten sich bisweilen zu Knäueln auf, ohne Zweifel infolge der Einwirkung des Wassers; in anderen Fällen blieben sie fast gerade und man konnte sich sehr gut überzeugen, dass sie aus einem homogenen Stücke und nicht

aus einer Reihe von hintereinander zusammengeklebten Stäbchen zusammengesetzt waren. Wir glaubten auch bisweilen ganz an dem Ende des Kopfes grosse, ein in ihrem Innern zusammengerolltes Band enthaltende Zellen zu bemerken, aber es war uns unmöglich, sie inmitten des Wirrwarres der Stäbchen, welche dieses Ende einschliesst, zu isoliren.

Wenn wir in diesem Falle die Beobachtungen Schneider's bestätigen konnten, so vermögen wir hingegen nicht mit ihm über die Bedeutung gewisser Erscheinungen einig zu sein, welche sehr gut ungewöhnlich feine, rankenförmig gedrehte Fäden nachahmen und die man bisweilen an den Rändern zusammengepresster Individuen sieht. Wir haben Mesostomen gesehen, deren Kopf wie von einem Strahlenkranze umgeben schien. Die einen Strahlen waren hell, die anderen scharf umrissen, alle parallel und rankenförmig gedreht. Wir glauben in diesen korkzieherartigen Strahlen eine optische, von dem zähen Schleim hervorgebrachte Erscheinung zu sehen, welchen die Mesostomen auf dem Objectträger zurücklassen, wenn sie ihren zusammengepressten Kopf zurückziehen.

Wir werden von den besonderen Muskeln, Drüsen u. s. w., welche sich noch im Parenchym vorfinden, bei Behandlung der Organe sprechen, an welche sich diese Gebilde anschliessen.

Nervensystem (*c*, *e*, *h*, Fig. 109, *a* — *e*, Fig. 113; Fig. 114). — Dieses in seinen Haupttheilen sehr deutliche System lässt sich nur sehr schwer in seinen weiteren Einzelheiten verfolgen. Ebenso wenig wie unseren Vorgängern ist es uns gelungen, ein Reagens zu finden, das mit Sicherheit die feinen Zweige und Endigungen der Nervenfasern unterscheiden lassen könnte.

Bei mittlerer Ausdehnung des Thieres sieht man vor dem Schlunde, beim Beginne des zweiten Fünftels der Länge, das Centralorgan, welches wir das Gehirn nennen (*e*, Fig. 109; *d*, Fig. 113; Fig. 114), ohne mit dieser kurzen Bezeichnung die geringste Analogie mit dem Gehirn der Wirbelthiere andeuten zu wollen. Es ist näher an der Rückenfläche gelegen, füllt aber, wie Schnitte zeigen, den Raum zwischen den Hautschichten der Rücken- und der Bauchfläche fast vollständig aus. Es wird unmittelbar an zwei schwarzen Pigmentflecken erkannt, die symmetrisch auf die Rückenfläche gestellt sind und die wir die Augen nennen wollen (*d*, Fig. 114).

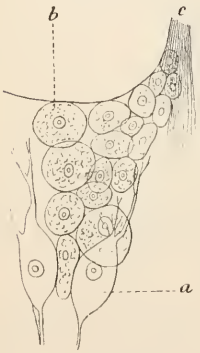
Das Gehirn hat die Gestalt eines queren Vierecks. Eine mediane, besonders auf seiner hinteren Fläche sichtbare Längsfurche und seichte Einkerbungen deuten seine Entstehung aus zwei symmetrischen, in der Mitte verschmolzenen Hälften an. Es wird von hellen, ein wenig gelblichen, länglichen Ganglienzellen gebildet, deren grosser Durchmesser eine quere Richtung hat. Diese Zellen besitzen einen runden deutlichen Kern und ein kleines Kernkörperchen. Wir haben die Gegenwart

feiner Fäserchen, welche sich davon ablösen sollten, nur an den grossen Zellen, von denen wir sogleich sprechen wollen, constatiren können.

Die Zellen sind in den Rindenschichten des Gehirnes angehäuft, während die Mitte von einer feinkörnigen Substanz ohne erkennbaren feineren Bau eingenommen wird. Man trifft ausserdem Zellen in den grossen Nervenstämmen hier und da zwischen den Nervenfasern. Gegen den Verwachsungspunkt der beiden Gehirnhälften sieht man auf der den Augen entgegengesetzten Fläche zwei grössere, hellere, in der Längsrichtung verlängerte Zellen, welche schon Hallez nachgewiesen hat. Dies sind die einzigen Zellen, an welchen wir, mit der Immersion *E* von Zeiss, verzweigte, von den zwei entgegengesetzten Polen der Zelle ausgehende Fortsätze (*a*, Fig. 115) haben beobachten können.

Vom Gehirn gehen zwei Paare seitlicher Nervenstämme aus; ein vorderes, das sich gegen den Vordertheil des Kopfes begiebt, und ein hinteres Paar, das längs des Darmcanales gegen den Schwanz hinläuft. Obwohl diese Stämme sehr deutlich sind, lassen sie sich doch schwierig verfolgen, weil die hinteren von den Geschlechtsorganen, die vorderen von Nesselstreifen und von in gleicher Richtung verlaufenden Muskeln bedeckt werden.

Fig. 115.



Centraltheil des Gehirnes eines jungen Mesostoms, unter Immersion *E* von Zeiss mit Cam. luc. gezeichnet. *a*, helle Centralzellen mit Verzweigungen; *b*, gewöhnliche Ganglienzellen; *c*, Fasern des Kopfnervenstammes.

Wie dem auch sei, so steigt der vordere Stamm (*c*, Fig. 109; *a c*, Fig. 113; *a*, Fig. 116) gegen den Vordertheil hinauf, in dem er eine zierliche Curve beschreibt, mittelst welcher er mit demjenigen der entgegengesetzten Seite das Mittelfeld des Kopfes (*d*, Fig. 109) umzieht. Er giebt während seines Verlaufes zahlreiche Zweige ab, die sich zu den Rändern begeben und endet mit einem Büschel sehr feiner Fäden am vorderen Rande des Kopfes (*a*, Fig. 113). Einige dieser Fasern gehen selbst über die Mittellinie hinaus, so dass hier eine beschränkte Kreuzung der von den beiden Seiten herkommenden Fasern sich bildet.

v. Graff nimmt an, dieser Nervenstamm theile sich in zwei Aeste: einen äusseren, der die Seitenzweige zu den Rändern des Kopfes liefern soll, und einen inneren, der sich als Büschel am Ende des Kopfes endigen würde, nicht ohne einen Zweig geliefert zu haben, der sich auf die entgegengesetzte Seite begeben und mit dem entsprechenden Zweige der anderen Seite ein wahres Chiasma bilden sollte. Er gab davon eine Zeichnung, welche dieses Chiasma ziemlich vom Rande entfernt darstellt. Später erkannte er zwar, dass es hart am Rande gelegen sei, hielt aber dennoch von

Neuem die Existenz dieses Chiasmas aufrecht. Es ist dies offenbar die Kreuzung, von der wir soeben sprachen. Wir haben uns auch nicht von der Gegenwart der beiden Aeste, des äusseren und des inneren, überzeugen können. Das Kopfende des Mesostoms ist sehr abgeflacht und das Thier rollt es gern etwas ein, um damit eine Art Löffel zu bilden. Die Fasern des Nerven würden auf einem Schnitte eine in der Querrichtung abgeplattete Gestalt darbieten; der Stamm zeigt in der Ansicht von oben oder unten seine Kante und wir glauben, dass die Deutung v. Graff's sich auf diese Ansichten bezieht, die wir gezeichnet haben (Fig. 109 und 113), wo der darunterliegende Rand des Nerven sich fast als ein getrennter Ast darbietet.

Die hinteren Seitenstämme (*e*, Fig. 113) lassen sich bis zum letzten Drittel des Körpers verfolgen. Sie sind dünner als die vorderen Stämme und man kann, obwohl mit Mühe, Zweige sehen, die sie von Zeit zu Zeit abgeben. Unmittelbar hinter dem Schlundkopfe findet sich nach Schneider und v. Graff eine Quercommissur (*e'*, Fig. 113), welche die beiden Stämme verbindet und so mit dem Gehirne einen Schlundring vervollständigt. Wir gestehen, dass wir nicht mit Gewissheit diese Commissur am lebenden Thiere haben nachweisen können, da der Darmcanal und die Fortpflanzungsorgane vollständig die Gegend verdecken, wo sie sich vorfinden soll. Wir haben junge Thiere, bei welchen die Fortpflanzungsorgane im Begriffe waren, sich zu bilden, einem längeren Fasten unterworfen, so dass dadurch der Darmcanal auf eine einfache Schicht durchsichtiger Zellen reducirt wurde, aber trotz dieses Verfahrens sind unsere Versuche unfruchtbar geblieben. Horizontalschnitte haben uns jedoch Spuren dieser Commissur wahrnehmen lassen, so dass wir nicht zögern, ihre Existenz zuzugeben.

An jungen Individuen haben wir im Schwanztheile des Thieres hinter dem Darmcanale zwei Paare symmetrisch gestellter Zellen (*f*, *g*, Fig. 113) beobachtet, welche ganz wie sehr blasse multipolare Nervenzellen aussahen, durchsichtige, aber sehr deutliche Kerne und Kernkörperchen und sehr feine Verzweigungen besassen, welche man eine ziemliche Strecke weit verfolgen konnte. Es ist uns indessen nicht gelungen, die Endigung dieser feinen Verzweigungen in Fasern des Seitennerven nachzuweisen. Die vier Zellen lagen auf der Rückenfläche und sie unterschieden sich ebenso gut von den an der Bauchfläche gelegenen Spinndrüsen, wie von den Pigmentverzweigungen und anderen Zellbildungen. Histologisch können wir sie nicht von multipolaren Nervenzellen unterscheiden; da wir aber für sie keine andere Beziehungen haben finden können, machen wir künftige Beobachter auf sie aufmerksam. Wir haben diese Zellen bei erwachsenen Individuen nicht unterscheiden können, da bei diesen die Pigmentverzweigungen, die Nesselzellen, die Spinn- und Hautdrüsen in dieser Gegend des Körpers zu zahlreich sind.

Verdauungssystem. — Wir unterscheiden an diesem System zwei Haupttheile: den Darmcanal und den Schlundkopf.

Sprechen wir zuerst vom Darmcanal. Er stellt in seiner Gesammtheit ein gerades Rohr dar, das an seinen beiden Enden, vorn etwas hinter dem Gehirn, hinten etwas vom Schwanzende entfernt, blind geschlossen ist und sich bei dem lebenden Thiere als ein bräunlich gelb gefärbter Mittelstreifen abzeichnet; unter dem Mikroskope (Fig. 109) erscheint er dunkel und unter schwachen Vergrösserungen gekörnt. Der kreisrunde Schlundkopf (*o*, Fig. 109) liegt etwa am Ende des ersten Drittels seiner Länge; man kann demnach einen präpharyngealen (*f*, Fig. 109) und einen postpharyngealen Theil des Darmrohres (*r*) unterscheiden; letzterer ist viel länger als der erstere, beide besitzen aber überall die gleiche Structur. Wenn man ein Individuum lange fasten lässt, kann man leicht sehen (*f*, Fig. 114), dass der Darmcanal von einer sehr feinen äusseren Haut gebildet wird, deren Doppelränder sich nur unter sehr starken Vergrösserungen wahrnehmen lassen. Diese Haut wird im Innern von einer einfachen Schicht kleiner, blasser, runder Zellen ausgekleidet, von denen jede einen kleinen runden Kern mit sehr scharf umrissenen Rändern besitzt, der einem kleinen Fetttröpfchen gleicht. Osmiumsäure färbt diesen Kern augenblicklich schwarz.

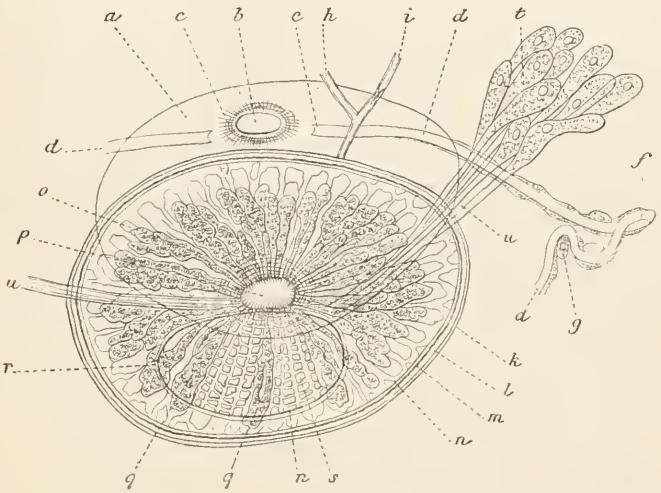
Das Aussehen ändert sich, sobald das Thier gut genährt wird. Es verschlingt grosse Bissen; wir haben oft in dem Darmcanal von Mesostomen, welche vor Kurzem eine Daphnia ausgesogen hatten, den vollständigen Darm des Opfers, sehr erkenntlich an seiner Gestalt, im Innern der Darmhöhle eingeschlossen gesehen. Die Zellen (*h*, Fig. 111) schwellen in ausserordentlicher Weise an; ihr Protoplasma wird körnig und füllt sich mit Fetttröpfchen; ihre Gestalt verlängert sich meistens; sie werden sogar amöbenähnlich und bewegen sich langsam, indem sie Fortsätze treiben; der Kern wird dunkel und statt einer einzigen Schicht von Zellen sieht man deren mehrere auf einander gehäuft. Man bemerkt dann zu gleicher Zeit ausserhalb der Grenzmembran kleine blasse durchsichtige Zellen mit hellem Kern, die an die Membran (*k*, Fig. 111) geklebt sind und in diese hineinzutreten scheinen. Die Darmhöhle füllt sich gleichzeitig mit dunkeln Körnern, die oft in Gestalt von Rosetten, welche krystallähnlichen Concretionen gleichen, zusammengeklebt sind. Dies sind offenbar die Rückstände der Verdauung, denn das Thier stösst sie meistens durch den Mund aus. Die Darmhaut scheint zugleich dicker (*i*, Fig. 111), wie angeschwollen und erweicht zu sein; es wäre also wohl möglich, dass die erwähnten hellen Zellen Ersatzelemente wären. Der Darm bietet in diesen Fällen meistens Aufgedunsenheiten und warzige Erhöhungen dar, wie wir solche abgebildet haben (Fig. 109).

Wenn der Bau des Darmcanals sehr einfach ist, so ist derjenige

des Schlundkopfes dagegen ziemlich verwickelt und, um ihn deutlich zu erkennen, muss man, ausser den Untersuchungen am lebenden Thiere, noch Schnitte an den gehärteten und gefärbten Theilen zu Hülfe nehmen.

Man sieht den Schlundkopf schon mit der Lupe als ein kleines, die ganze Breite des Darmcanals einnehmendes Rad. Unter schwachen Vergrösserungen sieht man ihn gewöhnlich ebenso (*o*, Fig. 109). Aber sehr oft auch trägt ihn das Thier auf die Seite geneigt (*l*, *x*, *y*, Fig. 113), und wenn es gelingt, das Thier in diesem Augenblicke unter dem Mikro-

Fig. 116.



Der Schlundkopf und zugehörige Theile eines Mesostoms, das lange gefastet hatte, von der Rückseite gesehen, Gundlach IV, Cam. luc. *a*, Sack des Schlundvorhofes; *b*, Vorhofsmund mit sehr deutlichen Wimperhaaren besetzt; *c*, strahlige und Kreismuskeln desselben; *d*, grosse Wassergefässcanäle, die durch die innere Spalte *e* in den Vorhof münden; *f*, Schlinge des rechten grossen Wassergefässcanales; *g*, Zellen, welche die Wand der Wassergefässcanäle aussen bekleiden; *h*, oberflächlicher kleiner Wassergefässcanal, auf dem Vorhofe verlaufend; *i*, Ast mit einer Wimperflamme im Innern; *k*, eigene Umhüllungshaut des Schlundkopfes; *l*, Zwischenschicht; *m*, äquatoriale Muskelschicht; *n*, Insertionen der strahligen Muskeln; *o*, innere Kreismuskeln; *p*, Speiseröhrenmund des Schlundkopfes; *q*, Schlundkopfdrüsen; *r*, Umriss der Speiseröhre; *s*, Gitter der Speiseröhrenwände; *t*, Gruppe von Speicheldrüsen; *u*, Ausführungscanäle dieser Drüsen, die sich am Munde der Schlundkopfenge öffnen, diese Gänge sind links durchschnitten.

skope festzubannen, wird man leichter die verschiedenen Theile entwirren können, welche das Organ bilden, was um so besser gelingt, als diese Theile sehr zusammenziehbar und mehr oder weniger unab-

hängig in ihren Bewegungen sind. In diesem Falle der Neigung besitzt der Schlundkopf die Gestalt eines kleinen Fässchens, das in verticaler Richtung verlängert ist und auf der Bauchseite von einer sehr durchsichtigen Haube überragt wird, in welcher die grossen Wassergefässstämme (*l*, Fig. 113) zusammenmünden. Die Eingangsöffnungen zur Wassergefässhaube und zum Fässchen finden sich immer auf der Bauchseite; wenn das Mesostom eine Beute ergreift, umfasst es sie in der Art, dass sie gegen diese Oeffnungen gedrückt wird.

Um die Figuren nicht allzusehr zu vermehren, geben wir hier nur eine einzige Zeichnung wieder, welche nach einem Individuum aufgenommen wurde, das nach einer langen Fastenzeit noch nicht seine Geschlechtsreife erreicht hatte. Diese Vorsicht ist immer dann anzurathen, wenn es sich um Untersuchungen handelt, bei welchen die Undurchsichtigkeit des Darmes die mikroskopische Beobachtung hindern kann. Unsere Zeichnung (Fig. 116) stellt den Schlund von der Rückenseite unter dem Objectiv IV von Gundlach gesehen dar. Die Objecte befinden sich demnach in verschiedenen Höhenlagen, welche das Mikroskop allmählich beim Herunterstellen des Brennpunktes enthüllt. Der Befestigungspunkt der Speiseröhre (*r*) nimmt die obere Höhenlage ein; der Mund der Schlundenge (*p*) liegt in der Mittelebene und der Schlundvorhof (*a*) mit seinem Munde (*b*) findet sich darunter. Um das Verständniss zu erleichtern, haben wir einen schematischen Durchschnitt (Fig. 117) beigefügt, der in der Richtung der Mittelaxe des Schlundes geführt wurde und den wir auf die gleiche Weise wie die Zeichnung orientirt haben, den Vorhof oder die Bauchtheile nach oben, den Darm oder die Rückenseite nach unten.

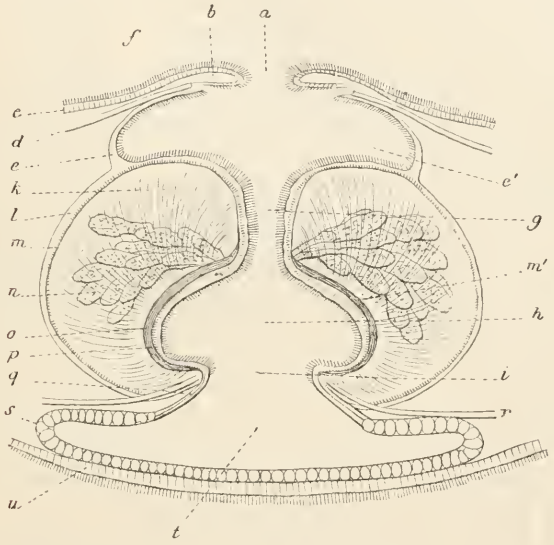
Wir unterscheiden an dem Schlundkopfe drei wesentliche Theile: den Vorhof, den muskulösen Schlundkopf und die Speiseröhre, welche diesen letzteren mit der Bauchwand des Darmes verbindet.

Der Schlundvorhof (*a*, Fig. 116; *c*, Fig. 117) ist ein breiter Sack mit sehr dünnen und ausdehnbaren Wänden, der sich auf der Mittellinie mittelst des Vorhofmundes öffnet (*b*, Fig. 116; *a*, Fig. 117). Man sieht diesen Mund sich abwechselungsweise ohne Unterlass verengen und öffnen, den Vorhof, dessen Wände auf einem weiten Umkreise am muskulösen Schlunde befestigt sind, anschwellen und allmählich sich abflachen. Der Vorhofsmund öffnet sich übermässig, wenn das Thier eine Beute verschlingt; der ganze Vorhof zieht sich über die Beute, um sie zum grössten Theile zu umhüllen. Die ausserordentlich durchsichtigen Wände weisen eine an sich ziemlich einfache Structur auf. Das Flimmerepithelium der Körperdecken biegt sich nach innen auf die Ränder der kreisrunden Lippe (*c*, Fig. 116; *b*, Fig. 117) und die Wimperhaare verlängern sich hier beträchtlich; daher sieht man sogar unter schwachen Vergrösserungen eine sehr ausgesprochene Wimperbewegung an den Rändern dieser Oeffnung. Dieses Epithelium

setzt sich, zwar mit viel feineren und kürzeren Flimmerhaaren, auf die ganze Innenfläche des Vorhofes und von da aus auf alle Oberflächen der Innenhöhlungen des muskulösen Schlundes fort; es ist bedeutender an den Mundöffnungen und Mündungen, viel zarter auf den Erweiterungen. Es endet plötzlich an dem Speiseröhrenmunde (*p*, Fig. 116; *i*, Fig. 117) und setzt sich auf die Speiseröhre selbst nicht fort.

Die Wände des Vorhofes weisen in ihrer wenig bedeutenden Dicke einige Muskelfasern auf, welche von einer Fläche zur anderen hindurch-

Fig. 117.



Schematischer Durchschnitt des Schlundkopfes vom Mesostom. *a*, Vorhofmund auf der Bauchfläche; *b*, kreisrunde Lippe dieses Mundes, die mit Wimperepithel besetzt ist, das sich in das Epithel *c* der Körperdecken fortsetzt; *d* grosser Wassergefässcanal, sich bei *f* in den Vorhof öffnend; *e*, Wand des Vorhofes; *c'*, Vorhofshöhle; *g*, Schlundkopfenge; *h*, Centralhöhle des Schlundkopfes; *i*, seiu Speiseröhrenmund; *k*, strahlige Muskeln des Schlundkopfes; *l*, seine äussere Hülle; *m*, äussere äquatoriale Muskeln, *m'* innere äquatoriale Muskeln; *n*, Schlundkopfdrüsen; *o*, innere Längsmuskeln; *p*, Flimmerepithel des Schlundkopfes; *q*, Wand der Speiseröhre; *r*, Ausführungscanäle der Speicheldrüsen; *s*, Darmepithel; *t*, Darmhöhle; *u*, Wimperepithel der Rückenfläche des Körpers.

gehen; aber ihre Hauptmasse wird von strahligen und Kreisfasern gebildet, welche den Mund als Mittelpunkt nehmen und sich vorzüglich um den Mund herum zeigen, wo die letzteren einen wahren Schliessmuskel bilden, während die ersteren sich als ein Kranz von auseinandergehenden Strahlen (*c*, Fig. 116) zeigen; auf Schnitten scheint diese Lippe ein wenig verdickt (*b*, Fig. 117).

Ausserhalb des verdickten Schliessmuskels finden sich zu beiden Seiten und symmetrisch gestellt die Mündungen (*e*, Fig. 116; *f*, Fig. 117) der beiden grossen Wassergefässcanäle. Diese öffnen sich niemals direct in den Mund, wie die Zoologen nach Leuckart es annehmen; die beiden Oeffnungen in Gestalt halbmondförmiger Spalten befinden sich immer ausserhalb des Schliessmuskels im Innern, und ein kleiner Vorsprung vereinigt hinten diese Spalten.

Trotz ihrer geringen Dicke kann man in den Vorhofswandungen bei günstigen Stellungen noch feine Wassergefässcanäle constatiren, welche unmittelbar unter dem Epithel gelegen sind. Wir haben einen solchen Canal (*h*, Fig. 116) gezeichnet, von welchem ein Seitenast (*i*) eine Wimperflamme in seinem Innern trug.

Der muskulöse Schlundkopf erscheint unter schwachen Vergrösserungen und von oben gesehen (*o*, Fig. 109) als eine zierliche kreisrunde, von einer centralen Oeffnung durchbohrte Rosette. Aber wenn man ihn geneigt sieht und das an ruhig und ohne Druck in einem Uhrglase schwimmenden Individuen, so nimmt man ihn deutlich (*g*, Fig. 113) in Gestalt eines Fässchens mit etwas verlängerter Axe wahr. Die Gestalt einer Tonne, die breiter als lang ist, nimmt er nur infolge seiner sehr beträchtlichen Zusammenziehungen an. Die Anordnung der Muskel- und Drüsenmassen, welche den Schlundkopf bilden, ist der Art, dass man in der inneren Höhle zwei Hauptabtheilungen unterscheiden kann: eine beträchtliche Schlundenge (*g*, Fig. 117), welche durch gewaltsame Zusammenziehungen ihre beiden Oeffnungen unabhängig von einander schliessen und öffnen kann, sowohl die auf die Vorhofsseite gedrehte als die andere entgegengesetzte, welche in eine weite Schlundkopfhöhle führt (*h*, Fig. 117), die ihrerseits durch eine engere Oeffnung, den Schlundmund, ausmündet, welche sich auch vollständig schliessen kann (*p*, Fig. 116; *i*, Fig. 117).

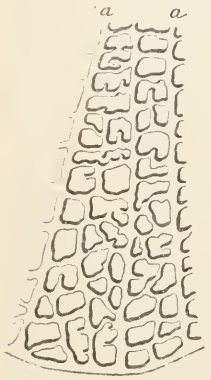
Der muskulöse Schlundkopf wird auf der Aussenseite von einer dünnen strukturlosen Haut (*l*, Fig. 117) umgeben, welche ihm grösstentheils seine Gestalt verleiht. Innerhalb dieser Schicht finden sich feine um das Fässchen herumgehende Muskelfasern: es sind dies die äquatorialen Muskeln (*m*, Fig. 117), welche sich auf Schnitten als eine dunkle Punktzeichnung darstellen, weil sie quer durchschnitten sind. Da die äussere Hülle in den einzig von dem Epithelium ausgekleideten Höhlen fehlt, so zeigen sich diese äquatorialen Fasern (*m'*, Fig. 117) unmittelbar unter dem Epithelium dieser Höhlen.

Die Hauptmasse des Organs wird von strahligen Fasern gebildet, welche vorzüglich an der Schlundenge sehr mächtig sind (*k*, Fig. 117), sich überall an der Peripherie an einer bindegewebigen Zwischenschicht mittelst einer Art Bogen (*n*, Fig. 116) befestigen und sich gegen die Innenhöhlen hin verlängern. Diese weisen eine dicke Schicht von Längsmuskelfasern (*o*, Fig. 117) auf, welche in der Ansicht von oben

das Aussehen von die Mündungen umgebenden Schliessmuskeln annehmen (*o*, Fig. 116).

Die Räume zwischen den strahligen Fasern sind mit einem sehr dichten, aber durchsichtigen Parenchym und ausserdem mit körnigen, ein wenig gelblichen Massen ausgefüllt, welche wir die Schlunddrüsen nennen (*g*, Fig. 116; *n*, Fig. 117). Es sind hauptsächlich diese Drüsen, welche dem Schlunde infolge ihrer strahligen Anordnung das rosettenartige Aussehen verleihen, von welchem wir gesprochen haben. Ursprünglich sind es Zellen mit einem gekörnten gelblichen Inhalt, der einen deutlichen, mit einem Kernkörperchen versehenen Kern aufweist; aber diese Zellen werden birnförmig, bilden sich einen Ausführungscanal, fliessen ohne Zweifel zusammen und bieten sich am Ende als Traubendrüsen dar, deren Ausführungscanäle sich vorzugsweise gegen die hintere Oeffnung der Schlundenge wenden, um hier in die Schlundhöhle auszumünden.

Fig. 118.



Das Gitterwerk der Speiseröhre des Mesostoms. Gundlach V, Cam. luc. Man sieht die strahligen Hauptrippen *a* mit den Nebenbälkchen.

An den Rändern des Schlundmundes befestigt sich ein schwierig zu untersuchender Theil, den man die Speiseröhre genannt hat (*r*, Fig. 116; *q*, Fig. 117). In der gewöhnlichen Stellung hat diese Speiseröhre die Gestalt eines sehr abgeflachten und erweiterten Trichters; sie verbindet sich mit dem Darm durch eine runde Oeffnung, die ungefähr die Hälfte des Durchmessers des Schlundkopfes besitzt. v. Graff hat diesen Theil als eine gerade Röhre dargestellt, auf deren Wänden ein ausserordentlich regelmässiges Gitter von Muskelfasern, die rechteckige Maschen bilden, vorkommen sollte. Wir können uns dieser Meinung nicht anschliessen. Man kann in gewissen Stellungen und von der Rückenseite her dieses Gitter, so wie wir es abgebildet haben (*s*, Fig. 116), sehr gut wahrnehmen. Aber wenn man es unter stärkeren Vergrösserungen untersucht (Fig. 118), zeigt sich dieses Gitter eher aus dicken, vorspringenden Falten zusammengesetzt, von denen die hauptsächlichsten (*a*), in Uebereinstimmung mit der Gestalt eines gedrückten Kegels, welche das Organ besitzt, strahlig angeordnet sind. Das Organ befestigt sich am Darme mittelst seiner breiten Basis. Von diesen Hauptstrahlen gehen unregelmässige Querfalten aus, von denen die einen den benachbarten Strahl erreichen und so Maschen zeichnen, während die anderen sich verflachend endigen. Wir haben vergeblich uns von der Muskelnatur dieser Bildungen zu überzeugen gesucht und wir behaupten, dass die

Speiseröhre nichts Anderes ist, als die verdickte und gefaltete Fortsetzung der Umhüllungshaut des Schlundkopfes, die sich wie ein offener elastischer Kegel allen Ausdehnungen, welche der Durchgang der oft umfangreichen Nahrungsmittel verlangt, anschmiegen kann.

Mit ihrer erweiterten Basis verbindet sich die Speiseröhre mit dem Darme, welcher somit in seiner Bauchwand und auf der Mittellinie von einer beträchtlichen runden Oeffnung durchlöchert wird, die der Axe der Schlundkopfhöhlen entspricht.

Als Nebenbildungen haben wir noch die Speicheldrüsen (*t*, Fig. 116) zu erwähnen. Wir haben in der Figur nur einen Theil der beträchtlichen Drüsentraube der rechten Seite abgebildet. Diese Drüsen bilden in der That neben dem Schlundkopfe zwei seitliche Trauben, die sich noch bis gegen die Büschel der Nesselzellen hin erstrecken, mit welchen man sie in gewissen Fällen fast verwechseln könnte. Sie sind auf der Rückenfläche über den Geschlechtsorganen gelegen und werden von einzelligen birnförmigen Drüsen gebildet, die ein körniges Protoplasma haben, das in den Ausführungscanal hinuntersteigt und einen hellen Kern und blassen Kernkörper aufweisen. Die Ausführungscanäle bilden ein Bündel, in welchem jeder Canal isolirt bleibt, und begeben sich zum Schlundkopfe (*n*, Fig. 116; *r*, Fig. 117), wo man die Speicheldrüsen bis zum Speiseröhrenmunde verfolgen kann, in dessen Höhle sie sich öffnen. Sie sind als Muskeln beschrieben worden, aber heutzutage ist man allgemein damit einverstanden, sie als einzellige Drüsen anzusehen.

Wassergefässsystem. — Wir haben dieses System auf der rechten Seite der Fig. 113 in seiner Gesammtheit dargestellt, indem wir eine von Lenckart gegebene Figur zum Vorbild nahmen. Es wird von vollkommen klaren Canälen gebildet, deren Durchmesser in der ganzen Länge der Hauptstämme wenig wechselt, die niemals Ausweitungen zeigen, aber oft gewunden und wie Schlingen zusammengeknäuelt sind und durch die Contractionen der Parenchymmuskeln hin und her geworfen werden. Die Wände dieser Canäle werden (*a*, Fig. 119) von einer sehr dünnen, vollkommen homogenen Haut gebildet, die an ihrer Innenfläche sehr glatt ist, aber aussen von einer körnigen Zellgewebeschicht umgeben wird, die von Zeit zu Zeit kleine Anschwellungen zeigt (*b*, Fig. 119). Man sieht bisweilen in den Einbiegungen der Schlingen diese granulöse Substanz in grösserer Anhäufung (*g*, Fig. 116) und kann sich alsdann mit Immersionslinsen überzeugen, dass es körnige Zellen mit wenig deutlichen Kernen sind, welche sich offenbar in der Länge ausziehen und so dem Canale eine Nebenhülle bilden. Sogar in den Capillarnetzen sieht man noch dieses Gewebe in Gestalt von warzenförmigen Körnerzügen aussen den Wänden entlang (Fig. 119). Wir werden weiter unten von anderen auf die Wimpererscheinungen bezüglichen Structureigenheiten sprechen.

Wir haben, als wir vom Schlundvorhofe sprachen (abgebildet in Fig. 116 und 117), die Art und Weise beschrieben, in welcher die beiden grossen Wassergefässstämme (*n*, Fig. 113) an dem Vorhofsmunde ihre Entstehung nehmen. Diese Stämme begeben sich in gerader Linie über den Schlundkopf hinaus und jeder beschreibt seinerseits eine oder zwei Schlingen, indem er ein wenig gegen die Bauchfläche hinuntertaucht. Die Schlinge rechts geht immer entweder über die Spitze des Keimstockes hinweg oder in seiner Nähe vorbei und es sind diese Schlingen, die man zu beiden Seiten des Schlundkopfes mit der grössten Deutlichkeit wahrnimmt. Bei der Darminsertion des Schlundkopfes angekommen, theilt sich jeder Stamm in zwei Aeste, einen aufsteigenden (*o*, Fig. 113), der gegen das Gehirn hin aufsteigt, und einen absteigenden oder hinteren Ast (*s*), der sich schlängelnd ungefähr dem Rande des Darmes folgt. Der vordere aufsteigende Ast stellt sich oft so nahe an das Gehirn gegen die Mittellinie zu (*g*, Fig. 114), dass er dabei mit demjenigen der entgegengesetzten Seite zusammentrifft, wie wir es abgebildet haben. Vor dem Gehirn angelangt, theilt sich der Ast und liefert einen inneren aufsteigenden Zweig (*q*, Fig. 113), der längs des Nerven verläuft, und einen rücklaufenden Zweig (*r*), den man bis gegen den Schlundkopf hin verfolgen kann. Der absteigende Ast geht zuerst längs des Darmes hin, wendet sich an dem Ende desselben wieder zurück und theilt sich in zwei aufsteigende Zweige. Der kleinste dieser Zweige, der innere (*u*), steigt bis zur Nähe der Begattungsorgane herauf und löst sich hier in Netze auf. Der äussere mächtigere Zweig (*v*) biegt sich hier zurück und steigt längs der Leibesränder wieder bis gegen den Schwanz (*w*) hinab.

Von der Zweitheilung des Hauptstammes an liefern alle Zweige des Wassergefässsystemes feine und zahlreiche Aestchen, welche eine Art Capillarnetz mit sehr losen Maschen bilden. Alle diese Zweige und Aestchen weisen in ihrem Verlaufe von Abstand zu Abstand Flimmergeisseln auf. Um mit grösserer Leichtigkeit diese feinen Aestchen finden zu können, muss man mit 200- bis 300maligen Vergrösserungen die durchsichtigen Stellen des Thieres aufsuchen, indem man den Brennpunkt sehr hoch stellt. Die Flimmerbewegung fehlt zwar nicht an den in das Parenchym tauchenden Zweigen, lässt sich aber leichter an der Oberfläche, vorzüglich auf der Rückenfläche beobachten. Wir rathen den Anfängern, auf dem unter dem Compressorium fixirten Thiere eine dieser durchsichtigen Stellen herauszusuchen, den Focus so zu stellen, dass man gerade genau die Oberfläche sieht, dann den Focus langsam mit der Mikrometerschraube niedriger zu stellen, indem man aufmerksam das Feld bei jedem halben Schraubengang beobachtet. Wenn man nun eine Flimmerstelle gut eingestellt hat, so bedient man sich starker Immersionslinsen, um die Einzelheiten der Structur zu untersuchen, welche trotz aller An-

strengungen noch immer ziemlich verborgen bleiben. Nur die Untersuchung gut erhaltener lebender und nicht zusammengedrückter Thiere kann zu Resultaten führen; man wird vergebens auf Präparaten oder auf Schnitten suchen: jede Spur des Wassergefässsystemes ist darauf immer vollständig verschwunden.

Nach unserer Ansicht giebt es zwei Arten von Wimperorganen: im Innern der Maschencanäle und auf ihren Aesten. Wir haben in der Figur 119 eine Darstellung der ersten Art gegeben, die unter der Immersion *E* von Zeiss gezeichnet wurde. Eine körnige Substanz (*c*) bildet im Innern des Canales ein durchbohrtes Polster, welches dessen Lumen beinahe ganz ausfüllt, ein kleines Canälchen in der Mitte ausgenommen. Auf den Rändern dieser centralen Oeffnung stehen zwei sehr lange Geisseln, die mit einem Theile ihres Verlaufes am Polster selbst befestigt

Fig. 119.

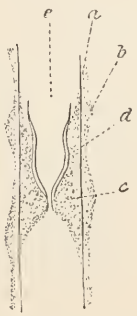


Fig. 120.

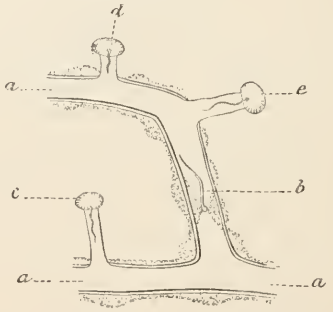


Fig. 119. — Capillarer Wassergefässcanal, ein Wimperorgan enthaltend; Immersion *E* von Zeiss. *a*, homogene Eigenwand; *b*, äussere Zellhülle; *c*, inneres Flimmerpolster; *d*, Flimmergeisseln; *e*, Canallumen.

Fig. 120. — Masche von mit Wimperflammen versehenen Wassergefässcanälen des Mesostoms, eine bei einem jungen Individuum in der Bildung begriffene Hodentraube umgebend. Verick, Obj. 7, Cam. luc. *a*, *a*, *a*, Canal der Masche; *b*, Innere Wimpergeissel; *c*, *d*, *e*, Wimperknospen; *e*, Blindcanal in seiner ganzen Länge; *d*, beinahe von oben gesehen; *e*, zu drei Vierteln gesehen.

scheinen und den Eindruck eines wellenförmig sich bewegenden Randes des Polsters hervorbringen. Wenn man diese Bildung so betrachtet, dass die zwei Geisseln sich decken, glaubt man nur eine einzige zu sehen, welche mit in einer am Befestigungspunkte verdickten Basis endet.

Ausser diesen inneren Geisseln findet sich noch eine ziemlich grosse Anzahl von Wimperknöpfen vor, welche auf geraden, blindgeendeten Canälchen stehen, die mit kleinen scheibenförmigen Anschwellungen endigen. In der Mitte des Endknopfes ist die zwiebelartige Wurzel der Geissel befestigt, welche gewöhnlich die ganze Länge des seitlichen Blindsackes ausfüllt (Fig. 120). Wir gestehen, dass wir uns nicht

genau darüber haben Rechenschaft geben können, ob diese scheibenförmigen Knöpfe, wie Francotte und Fraipont wollen, durch seitliche Oeffnungen durchbohrt, oder ob sie ganz sind, wie Pintner behauptet. Unsere Beobachtungen würden eher für die erstere Ansicht sprechen, denn diese kleinen Knospen boten oft ein Aussehen dar, als ob sie an ihrem Umfange mit kleinen Löchern bedeckt wären. Aber, wir wiederholen es, wir haben uns keine vollständige Gewissheit verschaffen können.

Wir haben keine feine Seitenzweige, welche, ohne Wimperelemente zu besitzen, sich in lange Fäden endigen, beobachtet, wie v. Graff sie beschreibt.

Wir werden uns hier nicht in die Discussion über die Verrichtungen dieser Canäle einlassen. Die Flüssigkeit, welche sie erfüllt, ist vollkommen klar, wasserhell, ohne Spur von Körperchen. Die Wimperorgane entfalten eine sehr beträchtliche Thätigkeit in der Nähe von in Entwickelung begriffenen Organen und da wird man sie auch am leichtesten finden.

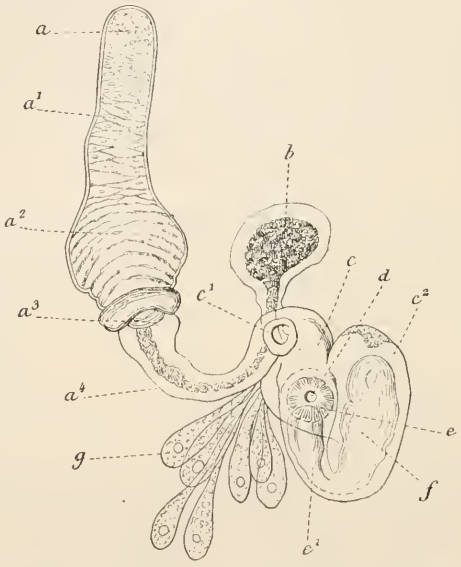
Geschlechtsorgane. — Diese Zwitterorgane unterscheiden sich, wie bei den Cestoden und Trematoden, durch die physiologische Arbeitstheilung, besonders in dem weiblichen Apparate. Wir werden zuerst die allgemeine Lage der Theile behandeln, um sie nachher in ihren Einzelheiten zu untersuchen.

Wenn man ein Mesostom mit blossem Auge oder mit der Lupe beobachtet, bemerkt man gewöhnlich nur den mittleren Darmcanal, und auf beiden Seiten, wenn es im Begriffe ist Wintereier zu erzeugen, zwei wellenförmige röthlichbraune Linien, welche längs des Körpers in gleicher Entfernung von den Rändern und vom Darmcanale parallel dahinlaufen. Unter einer schwachen Vergrösserung (Fig. 109) beobachtet man folgende Lagerung der Organe: in der unmittelbaren Nähe der Körperränder breitet sich eine aus lappigen Trauben gebildete Drüse aus. Die Blindsäcke der Trauben endigen hart an der Körperwand selbst und die Längenausdehnung ist sehr wechselnd. Diese Drüse ist der Hoden (*m*). Etwas hinter dem Schlunde löst sich von jeder dieser Drüsen ein gerader Quercanal (*m'*) ab, der Samenleiter, den man mit dieser Vergrösserung bis zum dunkeln Darme verfolgen kann. Wir haben den Hoden auf der linken Seite unserer Figur in einem sehr bedeutenden Ausdehnungszustande, wenn häufige Begattungen die Erzeugung der Wintereier begleiten, dargestellt. Rechts hingegen ist er reduzirt und geleert abgebildet, so wie man ihn antrifft, wenn die Sommereier schon ihre zum Ausschlüpfen bereiten Embryone gebildet haben.

Innerhalb der Hodenlinie findet sich ein zweites geradliniges Organ, das von einem geraden Rohr mit ziemlich festen Wänden gebildet wird, an beiden Enden geschlossen ist und in ampullenförmigen

Erweiterungen die Eier enthält. Es ist dies der Uterus (*i*, Fig. 109). Wir haben ihn links Wintereier (*e*), rechts Sommereier mit Embryonen (*k*) enthaltend abgebildet. Wir bemerken hier ausdrücklich, dass die Zeichnung nach zwei verschiedenen Individuen aufgenommen ist und dass wir auch, wie Schneider, niemals Winter- und Sommereier bei dem gleichen Mesostom zusammen angetroffen haben. Der Uterus weist immer festere Wände auf, wenn er Wintereier enthält; seine blinden Endigungen lassen sich alsdann sehr gut beobachten. Die

Fig. 121.



Centrale Geschlechtsorgane eines erwachsenen Mesostoms; Objectiv 2 von Gundlach; Bauchfläche. *a*, Keimstock, Ende; a^1, Theil mit länglichen Eiern; a^2, Muskelbasis (Samenbehälter); a^3, Oeffnung zum Keimgang; a^4, Keimgang; *b*, Schalendrüse; *c*, allgemeiner Behälter; *c′*, innere Mündung; *d*, äussere Geschlechtsmündung; *e*, Spitze der Ruthe; *e′*, Hals der Ruthe; *f*, Samentasche; *g*, Nebendrüsen.

Wände sind viel dünner, wenn er gewöhnlich in Nebenzweigen gelegene Sommereier enthält und wenn die Anzahl dieser Sommereier gross ist, wie auf dem abgebildeten Individuum, das deren zwanzig enthält, so erstreckt sich der Uterus vom Gehirn zum Ende des Schwanzes und die Eier erfüllen alsdann fast den ganzen Raum zwischen dem Darmcanal und den Körperwänden. Jeder Uterus besitzt einen engen Quercanal.

Zwischen den Uterus und den Darmcanal lagert sich ein drittes Organ, die Dotterdrüsen (*n*, *n*, Fig. 109). In der Zeit ihrer grössten

Thätigkeit, so wie sie auf der linken Seite abgebildet sind, bieten diese mit Fett und Körnern erfüllten Drüsen sich als eine längliche und dicke Traube dar mit birnförmigen, am dicken Ende durchsichtigen Blindsäcken; in ihrer Erschöpfung, so wie sie sich auf der rechten Seite zeigen, sieht man einen Längscanal, auf welchen von Strecke zu Strecke kleine, wenig hervorstehende Träubchen sitzen. Ein Quercanal, der Dottergang, führt von jeder Drüse gegen die Mittellinie hin.

Endlich sieht man, ein wenig über den Rand des Darmcanales herausgehend, ein kleines durchsichtiges kolbenförmiges Organ, den Keimstock (*p*, Fig. 109), der fast unmittelbar hinter dem Schlundkopfe liegt, etwas schräg nach vorn gerichtet ist und sich gegen ein Knäuel von chitinös aussehenden Organen hin endigt, welches die Begattungsorgane einschliesst, die man unter dieser Vergrösserung nicht entwirren kann. Gegen dieses Bündel hin convergiren auch alle Ausführungsgänge der Hoden, der Uteri und der Dotterdrüsen. Besser als jedes andere Organ kann der Keimstock dazu dienen, um zu bestimmen, in welcher Lage ein Mesostom unter dem Mikroskope sich befindet; er zeigt sich rechts, wenn man die Rückenfläche nach oben gekehrt hat, und man sieht ihn links in der Ansicht von der Bauchfläche aus.

Weibliche Organe. — Sie sind aus dem Keimstocke, den Eibehältern (Uteri), den Dotterdrüsen und einigen Centraltheilen zusammengesetzt.

Der Keimstock (*a*, Fig. 121 bis 124) wird von einem keulenförmigen, am Ende geschlossenen Schlauch gebildet, der, wie wir es erwähnten, sich in der Bauchansicht links, in der Rückenansicht des Thieres rechts zeigt. Das Organ wird in seiner Gesammtheit von einer ziemlich starken Scheide (*a*, Fig. 122, a. f. S.) umgeben, welche an dem geschlossenen Ende homogen scheint, aber an Dicke von vorn nach hinten zunimmt und eine sehr mächtige Schicht von Kreismuskeln in der Gegend, welche an den Ausführungscanal oder Keimgang stösst, darbietet. Die Muskeln weisen sogar in diesem untern Theile stark nach Innen hervorstehende Falten auf, die so eine Art von queren, schachbrettartig gestellten Fächern bilden, in welche die Eier zu liegen kommen.

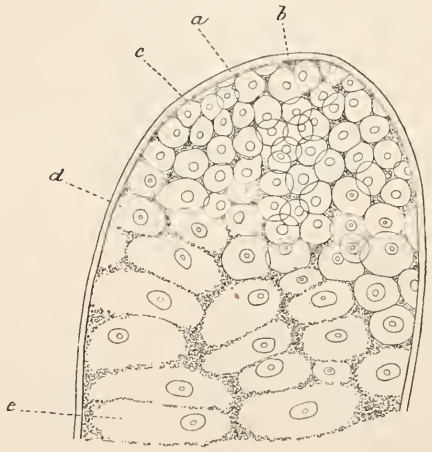
Man kann an dem Keimstocke eine eierführende (*a*, a^1), eine muskulöse (a^2) und eine samenführende (a^3) Region unterscheiden.

Gegen das blinde Ende des Schlauches hin drängen sich die in Bildung (*c*, Fig. 122) begriffenen Eier, die von einem hellen und durchsichtigen Protoplasma, einer Zellhaut und einem runden Kerne, in welchem man noch keinen Kernkörper unterscheidet, gebildet werden. Je nach dem Zustande des Individuums trifft man diese Zellen in wenig bedeutender Anzahl inmitten einer körnigen und offenbar sehr schleimigen Zwischensubstanz zerstreut oder sehr dicht an einander gedrängt

an, so dass von jener körnigen Substanz nur wenig mehr in den Zwischenräumen der Eier übrig bleibt (*c*, Fig. 122). Im Verhältniss wie die Eier grösser werden und in der Keule hinuntersteigen, nehmen sie eine quer eiförmige Gestalt an (*d*, Fig. 122) und werden schliesslich sehr lang und von einander durch die bedeutendere Anhäufung körniger Substanz getrennt (*e*, Fig. 122). Gleichzeitig haben sich die Kernkörper im Innern der Kerne differenzirt, während die Zellwände sich nicht mehr wahrnehmen lassen, ohne Zweifel in Folge der Anhäufung der Körner, welche die Eier umgeben.

Die ganz von Muskeln gebildete Region (a^2, Fig. 121 und 124) bietet die wechselndsten Contractionszustände dar. Bald ist sie von

Fig. 122.



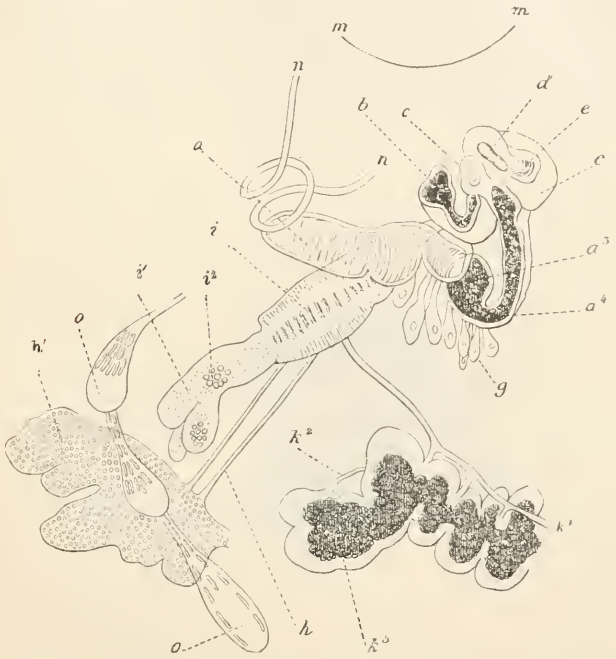
Endigung des Keimstockes eines erwachsenen Mesostoms, das ein in Bildung begriffenes Winterei trug (Gundl. Obj. V) Cam. luc. *a*, äussere Hülle; *b*, körnige Zwischensubstanz; *c*, entstehende Eier; *d*, Eier, sich verlängernd; *e*, länglich gewordene Eier.

fast gleichem Durchmesser mit der Keule, bald angeschwollener, sogar aufgeblasen, stellenweise schnürt sie sich mehr oder weniger ein, ist aber immer durch dicke Querfalten ausgezeichnet. Sie öffnet sich durch eine weit offen stehende Mündung, die fast immer sehr gut wahrnehmbar ist (a^3), in den Keimgang (a^4). Dieser wird von sehr dicken, durchsichtigen und durch Längs- und Quermuskelfasern zusammenziehbaren Wänden gebildet. Er krümmt sich zu einem Henkel zusammen, um sich zur Mittellinie zu begeben, wo er in einer Weise, welche wir später beschreiben werden, in den allgemeinen Geschlechtsbehälter (*e*) ausmündet. Das Ende, mittelst welches der Keimgang sich um die weit offen stehende Mündung des Keimstockes befestigt, hat eine Trichterform und kann sich bedeutend verbreitern, so dass

es eine Art Blase bildet, welche man den samenführenden Theil oder Samenbehälter (a^3, Fig. 123) nennen kann. Bis hierher dringen in der That die Samenthierchen vor, besonders wenn es sich um Selbstbefruchtung handelt.

Die Dotterdrüsen (n, Fig. 109; k, Fig. 123). — Wir haben die allgemeine Anordnung dieser Organe bereits beschrieben. Man sieht sie als auf dem Längscanal (k^1) aufsitzende Träubchen, in welchen kurze

Fig. 123.



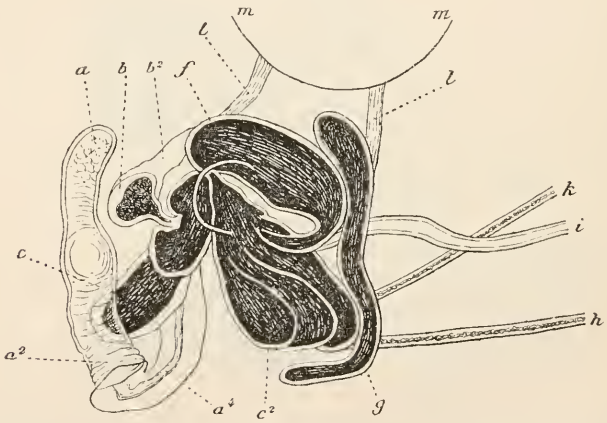
Die Geschlechtstheile eines jungen Mesostoms in ihrer Gesammtheit. Bauchfläche (Gundl. Obj. IV). a, Keimstock; a^3, Samenbehälter; a^4, Keimgang, beide mit Samen erfüllt; b, Schalendrüse; c, allgemeiner Behälter; d, äussere Geschlechtsöffnung; e, sich bildende Ruthe; g, Nebendrüsen; h, leerer Samengang; k', Theil des Hodens; i, querer Uterusanal; i', Eibehälter des Uterus, in der Entstehung begriffen; i^2, Eier; k^1, Längsdottergang; k^2, Ausführungscanal einer Traube; k^3, Dotterdrüsen; m, Umriss des Schlundkopfes; n. n, Schlinge des Hauptwassergefässcanales; o, Nesselzellen.

Ausführungscanälchen (k^2) münden, die den grossen Drüsenfollikeln entsprechen, wo sich die Dottersubstanz bildet. Diese Follikel haben die Gestalt länglicher Birnen, ihr verbreitertes Ende ist immer hell, mit einem Pflasterepithel von runden Zellen bekleidet, während der übrige Theil des Follikels mit einer dicken körnigen Substanz erfüllt

ist, welche im auffallenden Lichte weisslich, im durchfallenden Lichte dunkel erscheint. Man unterscheidet darin dunkle Körner und hellere Tröpfchen von fettigem Aussehen.

Die Dotterdrüsen rücken, wenn sie in voller Thätigkeit sind, bis gegen das Gehirn und bis zum letzten Drittel des Thieres vor. Die zwei Enden des Längscanals vereinigen sich ein wenig hinter dem Schlundkopfe in der Nähe der Begattungsorgane und senden hier einen Quercanal aus, der im allgemeinen Behälter ausmündet. Der Dottergang (*k*, Fig. 124) ist oft schwer vom Samengang und vom queren Uteruscanal zu unterscheiden, mit welchen er ein einziges Bündel auf einer gewissen Länge seines Verlaufes bildet; aber oft lässt er sich auch an den Dotterkörnern, welche er enthält, erkennen.

Fig. 124.



Die in den Figuren 121 und 125 dargestellten Theile in gleicher Vergrösserung, aber nach der Begattung; mit Samen erfüllt. *a*, Keimstock, Ende; a^2, Muskeltheil; a^4, Keimgang; *b*, Schalendrüse; b^2, Vereinigung mit der Samentasche *f*; *c*, *c'*, Theile des Behälters, der durch die Masse des Samens entstellt wird; *g*, Nebentheil des Behälters, mit Samen erfüllt; *h*, gefüllter Samengang; *i*, querer Uteruscanal; *k*, querer Dottergang; *l*, Aufhängemuskeln; *m*, Umriss des Schlundkopfes.

Der Eibehälter (*Uterus*) (*i*, Fig. 109 und 123) stellt sich in seiner ausgebildeten Gestalt als ein Längsschlauch dar, der zwischen den Hoden und den Dotterdrüsen gelegen ist und dessen Wände unter einer schwachen Vergrösserung ein straffes, hornartiges Aussehen besitzen. Er ist an beiden Enden geschlossen und umschliesst die Eier entweder in seiner Höhlung selbst, wenn sie noch klein sind, oder in kurzen Nebenröhren. Je nach der Natur und der Entwickelung der Eier bietet der Eibehälter ein wechselndes Aussehen dar, dessen ent-

gegengesetzte Stadien wir auf beiden Seiten der Fig. 109 dargestellt haben. In der Nähe der Begattungsorgane sendet jeder Uterus einen Quercanal (*i*, Fig. 123 und 124) aus, der sich zum allgemeinen Geschlechtsbehälter begiebt.

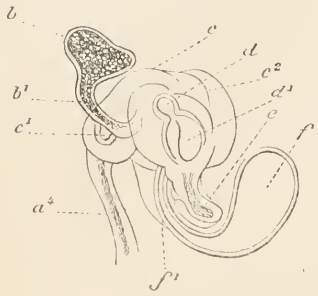
Dieser Quercanal besonders bietet die erstaunlichsten Veränderungen dar. Wenn man ein junges Individuum untersucht, bei welchem die Bildung der Eier beginnt, so findet man zu beiden Seiten der Begattungsorgane (wir haben nur eine Seite auf Fig. 123 dargestellt) zwei gewaltige Organe in Gestalt einer dicken Keule (*i*), bedeutender als der Keimstock, die im Innern einen quer gerunzelten Canal und sehr dicke Muskelwände zeigen, in welchen sich besonders die Kreisfasern bemerkbar machen. Am Ende dieser Keule, die nichts Anderes als der quere Uteruscanal ist, sprossen warzenförmige, fein granulirte, mit grossen, sehr blassen Pflasterzellen bekleidete Theile hervor (i^1), welche anfänglich kein inneres Lumen besitzen, aber sich im Verhältnisse, wie die Eier hier anlangen, aushöhlen, sich verlängern und zum Längscanale werden. Die Eier stellen sich unter schwachen Vergrösserungen, so wie wir zwei (i^2) von ihnen abgebildet haben, in Gestalt von kugeligen Haufen dar, in denen man die Dottertröpfchen und -körner sehr gut erkennt. Diese letzteren sind innen so gut um den Eikeim angehäuft, dass man diesen selbst nicht sieht.

Man kann in diesem Zustande den queren Uteruscanal sehr gut bis gegen den Geschlechtsbehälter verfolgen, selbst wenn er in der Bauchansicht vom Keimstocke (*a*, Fig. 123) einigermaassen verdeckt wird. Der Quercanal ist bei den in Begattung für die Bildung der Wintereier (*i*, Fig. 124) begriffenen Individuen noch gut zu sehen, aber er ist in der Zwischenzeit zwischen der Bildung der Sommereier und der Wintereier kaum wahrnehmbar und er wird, wenn die Wintereier alle gebildet sind, beinahe unauffindbar, da er auf eine Art Streifen beschränkt ist. Diese abwechselnde Verminderung und das endliche Verschwinden erklären sich durch die Thatsache, dass die in Bildung begriffenen Eier wohl durch den Canal hindurchgehen, indem sie sich vom allgemeinen Behälter zum Uterus begeben, dass sie aber niemals wieder diesen Weg in entgegengesetzter Richtung zurücklegen, da die lebend aus den Sommereiern herausschlüpfenden Embryonen und die Wintereier alle durch die Körpergewebe hindurch ausgestossen werden.

Männliche Organe. — Die Bereitungsorgane sind die Hoden (*m*, Fig. 109; *h'*, Fig. 123), die innen an den Körperrändern selbst gelegen sind. Auf jeder Seite befindet sich eine einzige, lang ausgezogene Drüse mit unregelmässigen Blindsäcken. Diese Blindsäcke vereinigen sich zu einem gemeinsamen Körper, von welchem aus mehrere feine Samengänge (*h*, Fig. 123) abgehen, die sich gegen die Begattungsorgane hin unter sehr spitzen Winkeln zu einem einzigen Canal vereinigen, der, wenn er mit Samenthierchen gefüllt ist,

sehr gut zu unterscheiden ist. Die Hodentraube ist im Innern mit runden Zellen erfüllt, die in gewöhnlicher Weise eine ziemlich grosse Anzahl Kerne hervorbringen, welche schliesslich zu den Körpern der Samenthierchen werden. Schneider und Hallez haben uns die Entwickelungsgeschichte dieser Samenthierchen sehr gut kennen gelehrt und wir verweisen für die Einzelheiten auf ihre Abhandlungen. Wenn die Samenthierchen zu einer gewissen Entwickelung gelangt sind, so treten ihre noch sehr kurzen, aber sich schon hin und her bewegenden Schwänze auf allen Seiten aus der Zelle heraus, die sich alsdann in allen Richtungen dreht und einer Zelle mit langen Wimperhaaren ähnlich sieht. Die reifen Samenthierchen sind von einer übermässigen Länge, mit fadenförmigem Körper, der sich auf der einen Seite in eine lang ausgezogene Spitze endigt und am anderen abgerundeten Ende zwei oder drei ausserordentlich feine seitliche Fäden darbietet. Der Einfluss des Wassers dreht diese Samenthierchen korkzieherartig. Sie steigen durch den Samengang hinab und erfüllen entweder den Keimgang mit seinem Behälter allein oder beinahe alle Centralorgane.

Fig. 125.



Die genitalen Centraltheile eines erwachsenen Mesostoms, in den gleichen Verhältnissen wie Fig. 121 gesehen. Die Buchstaben haben die gleiche Bedeutung. Ausserdem b', Ausführungscanal der Schalendrüse; d', Höhlung zum Einziehen der Ruthe; f', Ausführungscanal der Samentasche.

Centralorgane (Fig. 121, 123, 124, 125). — Man muss sie an ausgehungerten Individuen, deren Darm nicht gefüllt ist, von der Rückenfläche aus studiren. Nachdem man sie am lebenden Thiere untersucht hat, kann man sich einer sehr verdünnten Lösung von Aetzkali bedienen, die sie heller macht und sie besser von ihrer Umgebung unterscheiden lässt, da diese zusammengeknäuelten Organe von ziemlich starken chitinösen Wänden umgeben sind.

Auf der Bauchfläche bemerkt man bei hoch gestelltem Focus die äussere Geschlechtsöffnung (*d*), welche oft Zusammenziehungs- und Ausdehnungsbewegungen ausführt, oft aber auch so sehr gegen innen umgelegt ist, dass sie sich wie mit dicken Rändern umgeben darbietet (Fig. 123 und 125). In ihrer grössten Ausdehnung sieht man sie als eine Rosette mit runder, von Muskelfasern umgebener Oeffnung. Von diesen Muskelfasern sind die strahligen besonders gut angedeutet. Sie führt unmittelbar in einen chitinösen, rundlichen und breiten Sack mit dicken Wänden, der ursprünglich ziemlich einfach (Fig. 123) ist, aber sich nach und nach in zwei in weiter Verbindung

mit einander stehende Theile scheidet, von denen der eine, der mehr weibliche Theil (*c*), die dem Keimstock zugekehrte Seite einnimmt, während der andere (c^2) auf der entgegengesetzten Seite liegt. Aber diese beiden Theile sind nicht tiefer von einander geschieden als die Pförtner- und Magenmundgegend des menschlichen Magens.

In die weibliche Gegend münden durch eine innere Oeffnung (c') der Keimgang, der Dottergang, der Uteruscanal und der Ausführungscanal (b') der Schalendrüse (*b*). Je nach den Stellungen und der Füllung dieser Canäle kann man sie bis gegen die innere Oeffnung hin verfolgen, welche von Zeit zu Zeit sehr langsame Zusammenziehungen und Ausdehnungen aufweist. Besonders den Keimgang, wenn er mit Samen gefüllt ist und den Gang der Schalendrüse, der fast immer mit Körnern besetzt ist und im Innern runzelige und gefaltete Wände besitzt, kann man häufig sich an der innern Oeffnung vereinigen sehen. Ausser diesen verschiedenen Canälen münden noch in den weiblichen Theil, vielleicht sogar in den Keimgang, längliche einzellige Drüsen mit schwach körnigem Protoplasma und mit sehr deutlichem Kern (*g*, Fig. 121 und 125), die in ihrem Verhalten den Speicheldrüsen ähnlich sind. Diese Nebendrüsen haben offenbar getrennte Ausführungsgänge; es ist uns nicht gelungen zu sehen, dass sie sich in einem einzigen Canal vereinigen und wir müssen annehmen, dass sie sich getrennt in den Behälter öffnen.

Die Schalendrüse (*b*) ist auf der Rückenseite des Apparates gelegen. Ihr quer birnförmig verlängerter Körper bietet sehr dicke Wände dar und ihre Höhlung ist immer mit sehr dunklen Körnern erfüllt, welche sich auch in das Lumen ihres runzeligen, oft etwas gebogenen oder selbst zusammengewundenen Ausführungscanales erstrecken. Die Ansichten über die Natur dieser Drüse gehen aus einander. Schmidt nennt sie Samentasche, v. Graff Begattungstasche, und dieser Letztere behauptet, darin Samenthierchen gesehen zu haben. Schneider bezeichnet sie als Blase, in welche wahrscheinlich die Dottergänge münden, und Leuckart nennt sie Anhangsdrüse, indem er versichert, dass er niemals Samenthierchen, sondern nur Körner darin gesehen habe. Wir haben auch niemals Samenthierchen darin gesehen, welche vielleicht durch einen zu starken Druck hineingelangen können, wenn der ganze Behälter gefüllt ist. Aber selbst in diesem Falle haben wir darin nur Körner gesehen. Unsere Fig. 124 ist unmittelbar nach der Begattung gezeichnet; die Organe waren so gefüllt, dass sie beim geringsten Drucke hätten platzen können, nichtsdestoweniger fand sich keine Spur von Samenthierchen weder in der Drüse, noch in ihrem Ausführungscanal. Diese Drüse ist ausserdem einer der zuerst gebildeten Theile; sie existirt schon, mit Körnern gefüllt, wenn die ersten Eier im Begriffe sind, sich zu bilden und wenn die Begattungsorgane noch nicht im Stande sind, Verrichtungen zu

leisten (Fig. 123); sie muss daher schon von der ersten Bildung der Eier an in Function sein und nicht nur bei der ersten Begattung, welche viel später vor sich geht, in Thätigkeit treten.

Die männliche Gegend (c^2, Fig. 121) enthält die Samentasche (f) und die Ruthe (a). Die erstere stellt sich in Gestalt einer Retorte mit dicken Wänden und zurückgebogenem Hals (f^1) dar, welcher in den Behälter neben dem Beutel der Ruthe, in eine Art gemeinsamen Vorhofes (d, Fig. 121) mündet, der an die äussere Geschlechtsöffnung stösst. Sie entwickelt sich erst nach der Bildung der Sommereier und existirt bei den jungen Individuen (Fig. 123) noch nicht; sie füllt sich mit Samenthierchen zur Zeit, in der die Mesostomen zur Begattung geeignet sind. Sie nimmt die Rückenseite ein und verbirgt den Beutel der Ruthe oft so gut, dass dieser einen Bestandtheil von ihr auszumachen scheint (Fig. 121). In anderen Fällen hingegen (Fig. 125) bietet sich der Beutel der Ruthe (a) in Gestalt eines krummen Anhanges dar, der den Raum zwischen der Samentasche und dem Behälter ausfüllt und in seinem Innern die zurückgestülpte Ruthe birgt.

Die Ruthe (e, Fig. 121) kann sich wie ein Handschuh umstülpen und in ihrem Erectionszustande bietet sie die Form einer Keule dar, deren freies, aber geschlossenes Ende Runzeln oder Verdickungen aufweist, die um das Ende herum im Kreise gestellt sind, so dass dieser Theil ziemlich dem von einem Hakenkranze umgebenen Rostellum eines Bandwurmes ähnlich sieht. Da sie ein Organ ist, das sich wie ein Handschuhfinger umstülpt, um theilweise aus der Geschlechtsöffnung hervorzutreten, ist sie zwar in ihrem Innern hohl, aber keineswegs von einem Canale mit einer Ausmündung, um den Samen hindurchtreten zu lassen, durchbohrt: sie ist einzig und allein ein Erregungsorgan.

Wir haben nur noch wenige Bemerkungen über die Bildung der Eier und über die Rolle, welche dabei die verschiedenen Organe zu spielen haben, hinzuzufügen.

Man unterscheidet Sommereier mit durchsichtiger und weicher Schale (k, Fig. 109) und Wintereier mit starker, hornartiger, dunkel braunrother Schale (l, Fig. 109).

Die Sommereier bilden sich zuerst, und ihre Entwickelungsgeschichte beginnt zu einer Zeit, wo die Begattungsorgane mit der Ruthe kaum in ihrer ersten Anlage vorhanden sind und man noch keine Spur von einer Samentasche sieht. In jener Periode, welche wir Fig. 123 abgebildet haben, sind der Hoden und der Keimstock sowie die Dotterdrüse in voller Thätigkeit und die Dotterdrüse ist mit Körnern erfüllt. Aber der Uterus besteht erst in seinem dicken und muskulösen Quercanale. Das Ei, von dem Keimstock hervorgebracht, gelangt in den zuvor mit Samen gefüllten Keimgang und wird hier während seines Durchganges befruchtet; es begiebt sich in den Behälter, wo es Dotterkügelchen und Körner von der Schalendrüse erhält.

Wir glauben, dass diese letzteren, indem sie sich in dem Uterus modifieiren, die Schale bilden. So ausgestattet, wird das Ei vom Uteruscanale aufgenommen, der seine Fortsätze treibt, in welche die Eier sich lagern, wachsen und an Umfang zunehmen.

Die Sommereier bilden sich also in regelrechter Weise ohne Begattung, durch innere Befruchtung des Individuums selbst.

Später haben sich die Begattungsorgane ausgebildet und in der Regel findet für die Wintereier eine gegenseitige Befruchtung statt. Aber in Fällen von Isolirung kann die innere Befruchtung auch genügen für die Ausbildung der Wintereier.

Schneider hat diese verschiedenen Zustände sehr gut nachgewiesen und wir denken, dass die Einsichtnahme unserer Fig. 123 alle Zweifel über die erste Bildung der Sommereier, bevor eine Begattung möglich ist, heben wird. Bei der Begattung haben wir immer wahrgenommen, dass der Richtung von hinten nach vorn der in Ereetion begriffenen Ruthe gemäss (Fig. 121) die beiden Mesostomen sich Bauch an Bauch und den Kopf des einen gegen den Schwanz des anderen gekehrt legen.

Wir haben hier nicht auf die Entwickelungsphasen des Eies näher einzutreten. Wir müssen nur noch bemerken, dass die in den Sommereiern gebildeten Embryonen zu einer gewissen Zeit die Augen und den Schlundkopf sehr gut zeigen, und dass sie, in den Reifezustand gelangt, die Eihülle durchbrechen, durch das Parenchym hindurchgehen und, um sich in das Wasser zu begeben, durch die Körperdecken an der dem Ei am nächsten gelegenen Stelle heraustreten. Wir haben mehrere Male diesen Geburten durch die Körperdecken bei frei in einem Uhrglase herumschwimmenden Individuum zugesehen und wir haben bei *Mesostomum lingua* die frei gewordenen Embryonen beobachtet, wie sie, sogar während einiger Stunden, in dem Parenchym der Mutter sich herumbewegten, bevor sie die Körperdecken an irgend einer Stelle durchbrachen. Die Wintereier, dazu bestimmt, das Bestehen der Art während der schlechten Jahreszeit zu sichern, werden nach Schneider erst durch den Tod und die Zersetzung des Individuums frei. Wir haben diesen Vorgang nicht beobachtet, aber wir halten ihn für vollkommen nachgewiesen und wir behaupten, indem wir uns auf diese Beobachtungen stützen, dass kein Ei durch den Uteruscanal zurückkehrt und dass weder Eier noch Embryonen jemals durch die Geschlechtsöffnung heraustreten.

Das Wimperepithelium ist allen Strudelwürmern gemeinsam. Es ist Pflaster- oder Cylinderepithel und weist bisweilen eine von Poren durchsetzte Cuticula für den Durchgang von Flimmerhaaren auf, welche gewöhnlich sehr fein, aber bisweilen auch zu Borsten oder Geisseln entwickelt sind (*Derostomum, Hyporhynchus*). Die Nesselorgane sind sehr verschieden geformt. Man beobachtet wirkliche Nesselzellen, die ganz wie bei den Coelenteraten

gebildet sind, mit einem Faden, der sich entrollt (*Microstoma lineare*), Pfeilzellen (*Sagittocysten*) oder Zellen, die eine feine freie Nadel schleudern (*Planaria quadrioculata*), Stäbchen oder Rhabditen von sehr verschiedenen Formen, welche, wie bei Mesostomum, in Zellen gebildet werden. Endlich findet man, zwar nur bei gewissen Alloiocoelen, Fäden von schleimiger Natur (*Plagiostomum*); bei einigen Arten scheinen sie aber vollständig zu fehlen. Die Hautdrüsen sind sehr verbreitet und können zu giftigen, mit einer durchbohrten, chitinösen Spitze bewaffneten Organen werden (*Convoluta paradoxa*). Ausser den Spinnzellen trifft man bisweilen Klebzellen oder Klebpapillen an (*Plagiostomum, Gunda*). Die Hautmuskelscheide findet sich überall von wenigstens zwei Faserschichten gebildet vor, von Längsfasern und Kreisfasern und bisweilen von einer dritten diagonalen Schicht. Das Parenchym ist von verschiedener Zusammensetzung. Bei den Acoelen (*Convoluta*) wird der ganze Körper innen von einer körnigen, Kerne, Zellen und ein Fibrillengeflecht enthaltenden protoplasmatischen Masse gebildet. Dieses Parenchym ersetzt nach v. Graff den fehlenden Darmcanal. Bei den Alloiocoelen beginnt die Differenzirung der Muskeln und bei den übrigen Strudelwürmern sieht man oft ein sehr verwickeltes System von inneren tangentiellen, schrägen Bauchrückenmuskeln u. s. w. Die Pigmente, bald zerstreut, bald zellenartig oder verzweigt, finden sich im Epithelium oder im Parenchym, welches je nach der Entwickelung der Organe, mehr oder weniger reichlich vorhanden ist; aber nirgends nimmt man Innenhöhlen wahr, in denen die Organe aufgehängt wären. Der Darmcanal bietet die verschiedensten Modificationen dar. Bei den Acoelen führt ein einfacher, bewimperter Mund in eine röhrenförmige Speiseröhre, welche im Parenchym zu enden scheint, das Muskeln und bisweilen besondere Drüsenzellen aufweist. Man sieht hier, *mutatis mutandis*, etwas dem Bau der Infusorien Analoges. Wenn sich der Darmcanal mittelst eines besonderen Epitheliums, das mit dem Verdauungsgeschäft betraut und nach dem Zustande des Individuums sehr veränderlich ist, differenzirt hat, so beobachtet man sehr verschiedene Formen: einen einfachen, oft übergrossen Sack (*Plagiostomiden*), ein gerades Rohr, das die Körperaxe einnimmt und nach der Lage des Schlundkopfes von einem Vorschlund- oder Nachschlundtheile gebildet wird (*Rhabdocoelen*), und endlich einen, durch den ganzen Körper verzweigten Darm (*Dendrocoelen*). Bei den Tricladen wird dieser verzweigte Darm von einem vorderen Mitteltheile und von zwei hinteren Seitenzweigen gebildet, welche baumartige Nebenverzweigungen aussenden. Bei den Polycladen schickt die centrale Verdauungshöhle einen unpaaren Zweig gegen das centrale Nervensystem hin und zahlreiche verzweigte Seitenäste aus. Lang zaudert nicht, den Darmcanal der Dendrocoelen mit dem coelenterischen Apparat der Rippenquallen, aber zu gleicher Zeit auch mit dem verzweigten Darm der Clepsinen und der Egel im Allgemeinen in Parallele zu stellen. Der Schlundkopf bietet auch sehr bemerkenswerthe Verschiedenheiten dar. Einfach bei den Acoelen, den Macrostomen und den Microstomen, bildet er sich bei den übrigen Rhabdocoelen durch die Anlage einer Aussenfalte aus, welche zum Vorhofe wird und bei vielen, wie wir es bei Mesostomum gesehen haben, die Mündungen der Wassergefässcanäle aufnimmt. Der Vorhof, anfangs wenig tief, kann so bedeutend werden, dass er mit seiner Vertiefung den muskulösen Schlundkopf bis an seine Basis umgiebt und ihn fast frei und unabhängig macht. Die Unterscheidungen, „Rosetten-, Fässchen- und veränderlicher Schlundkopf", die man aufgestellt hat, beziehen sich auf die Entwickelung dieser länglichen, freien und unabhängigen Form. Schliesslich wird der Schlundkopf zu einem wahren röhrenförmigen Schlauche, zu einem Rüssel, der auf die Beute geworfen werden kann, wie dies bei den meisten Dendrocoelen der Fall ist.

Dass die Beziehungen zwischen den Muskeln, den Drüsen und anderen wesentlichen Theilen des Schlundkopfes mit dieser Formveränderung bedeutend wechseln, dass sich mächtige Zurückzieher- und Vorstreckermuskeln in den Rüsseln entwickeln, während sie in den Rosettenschlundköpfen kaum angedeutet sind, ist leicht begreiflich; wir verweisen für die Einzelheiten auf die Monographie von v. Graff. Die Lage des Schlundkopfes wechselt sehr; auf der ganzen Länge der Mittellinie von dem durch das Nervensystem bezeichneten Vorderende bis zum entgegengesetzten Körperende giebt es keine Stelle, wo der Schlundkopf sich nicht befinden könnte.

Wir finden bei den Strudelwürmern ziemlich verschiedene Entwickelungsphasen des Nervensystems. Man hat bei den Acoelen noch gar keins gefunden; bei einigen, einem inneren Schmarotzerleben angepassten Formen (*Graffilla*) ist es sehr wenig entwickelt. Dies ist ohne Zweifel eine Andeutung der Thatsache, dass diese verkümmerten Zustände aus einer allmäligen Entartung und nicht aus einer Entwickelung von unten nach oben hervorgehen. Wie dem auch sei, wir sehen eine mittlere Ganglienmasse, die aus zwei verschmolzenen Hälften gebildet wird und die hintere Längsnerven aussendet, sich immer mehr und mehr entwickeln. Diese Masse haben wir das Gehirn genannt. Es ist bisweilen auf den Zustand einer einfachen Commissur zwischen den Seitennerven, welche auch Ganglienzellen enthalten, reducirt. Diese Theile, Gehirn und Seitennerven, existiren überall, wo das System differenzirt ist. Bei den Polycladen bieten die durch Anastomosen zu Netzen vereinigten Nerven eine strahlige Anordnung dar, indem sie immerhin die zwei wichtigeren Seitennerven noch aufweisen; aber bei den höheren Formen (Tricladen) unterscheidet man einen oberen Sinnestheil, einen unteren Muskeltheil und eine zwischen beiden den Ring schliessende Commissur. Fast bei Allen sind die vorderen Seitennerven des Kopfes so gebildet wie bei Mesostomum. Endlich entwickelt sich bei Gunda, in Uebereinstimmung mit der bestimmter auftretenden Gliederung, ein leiterartiges System mittelst Quercommissuren, welche den Segmenten entsprechen. Diese Structur wird offenbar durch die Quercommissur der Mesostomen und durch die Endcommissur der Seitennerven, welche fast bei allen Dendrocoelen existirt, vorbereitet.

Ausser den Tastzellen, welche sich sogar auf wirklichen Fangarmen entwickeln können (*Vorticeros* unter den Rhabdocoelen, *Prosthecerueus, Stylochus* unter den Dendrocoelen), giebt es häufig noch zwei Arten specialisirter Sinnesorgane: Augen und Gehörorgane. Die ersteren werden oft, wie bei unserem Mesostom, von netzförmigen, unregelmässigen oder selbst verschwommenen, sternförmigen oder auch vollkommen in ihrer Gestalt ausgeprägten Pigmentflecken gebildet. Diese Flecken existiren selbst bei Arten, bei welchen man noch kein Nervensystem beobachtet hat. Wenn aber ein solches vorhanden ist, so ruhen die Augen immer mehr oder weniger unmittelbar auf dem Gehirne. Sie zeigen meist schwarze, braune oder rothe Färbung. Auf einer vorgeschritteneren Stufe findet man lichtbrechende Körper, bald einfache und kugelförmige, bald zahlreichere und dann cylindrische Krystalllinsen, die aussen von Pigmentbecherchen umgeben sind und zu denen Nervenfäden gehen, die in der Nähe der lichtbrechenden Cylinder ganglienartig angeschwollen sind. In seltenen Fällen fliessen die beiden seitlichen Augen auf der Mittellinie zusammen; bisweilen auch (*Polycelis nigra*) finden sich an den Kopfrändern zahlreiche Pigmentflecken, die einen weichen und homogenen, durchsichtigen, kugeligen Kern und eine grosse, durchsichtige Zelle mit Kern enthalten. Die weit selteneren Gehörorgane werden von einer einzigen, dicken, in der Mittellinie des Körpers liegenden Gehörblase gebildet, die einen gewöhnlich kugeligen, bisweilen scheibenartigen oder hemdknopfförmigen Otolith enthält, der von einer durchsichtigen, selten blass rosenroth gefärbten

Flüssigkeit umgeben ist. Dieses Gehörorgan ist stets in der unmittelbaren Nähe des Gehirns gelegen.

Das Wassergefässsystem fehlt den Acoelen vollständig. Bei den Polycladen hat Lang dessen Gegenwart nachgewiesen, aber seine ganze Anlage noch nicht verfolgen können. Bei diesen Thieren existiren auch Divertikel der Blindsackzweige des Darmes, welche mit der Aussenwelt durch einen Canal und einen sehr feinen Porus in Verbindung stehen. Diese Oeffnungen lassen oft Flüssigkeitströpfchen austreten. In den Fällen, wo das System wohl differenzirt ist, zeigt es sich bisweilen von einem einzigen Mittelstamm (*Stenostomum*), gewöhnlich aber von zwei Stämmen gebildet, welche verschieden gestellte Aeste und Zweige liefern, welch letztere sich in Maschen mit Wimperknospen endigen. Die beiden Stämme können sich hinten vereinigen, um eine Ausscheidungsöffnung zu bilden (*Plagiostomum, Pronotis*) oder getrennt bleiben und zwei Mündungen besitzen, die entweder am hinteren Körperende (*Derostomum, Gyrator*) oder gegen die Mitte des Körpers auf Querästen (*Prorhynchus*) oder endlich im Schlundvorhofe sich öffnen (*Mesostomum, Vortex*). Bei Gunda öffnen sich die grossen, nur um die Geschlechtsorgane herum entwickelten Stämme, in jedem Segment mit Rückenästen, nachdem sie einen Knäuel gebildet haben. Bei diesem Thiere hat Lang entdeckt, dass viele Wimpertrichter sich unmittelbar in die Darmzellen öffnen.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung tritt nur bei den Mikrostomiden auf. Sie besteht aus wiederholten Quertheilungen und geht, wie Hallez bewiesen hat, aus axialer Sprossung am Hinterende hervor. Die Sprossung geht periodisch vor sich. An der Trennungsstelle bildet sich eine doppelte Scheidewand, die den Darm schliesst, und unter dieser Scheidewand mit äusserer Furche bildet sich zuerst ein neuer Schlundkopf und dann das Nervensystem.

Es giebt nur sehr wenige Strudelwürmer getrennten Geschlechts (*Microstomum, Stenostomum*). Alle anderen sind Zwitter. In den weiblichen Organen sind der Keim- und Dotterstock meistens getrennt, wie bei unserem Mesostom. Der Keimstock ist compact, oft einfach, bisweilen paarig, bald hinten, bald in der Mitte oder selbst sehr weit vorn gegen das Gehirn zu gelegen. Der Einfachheit oder Verdoppelung des Keimstockes entsprechend, führen ein oder zwei Keimgänge in den Behälter oder allgemeinen Vorhof, wo sich die verschiedenen Geschlechtsproducte begegnen. Die Dotterstöcke, wenn sie differenzirt sind, sind immer paarig; es sind einfache Schläuche, bald glatt (*Hyporhynchus*), gelappt (*Vortex Hallezii*), papillenförmig (*Vorticida, Mesostomida*), oder selbst sehr verzweigt und netzförmig (*Derostomum*). In gewissen Fällen ist die Trennung der Functionen nicht durchgeführt. Man findet dann einen wahren Eierstock, dessen blindsackartiges Ende (*Prorhynchus*) oder die der Geschlechtsöffnung nahegelegene Partie (*Proxenetes*) die Eier hervorbringt, während der andere Theil die Dottersubstanz liefert. Bei den Polycladen sind beide Verrichtungen vollständig vereinigt; um jedes Ei herum erzeugen sich die Dotterkörner. Die Hoden zeigen mehr Abwechslungen als die Keimstöcke. Sie sind follikelartig, in Gestalt von Blasen in dem Parenchym zerstreut (*Acoeli*), bisweilen vorn in einer bestimmten Körpergegend gruppirt (*Monotis, Plagiostoma*) oder selbst paarweise in den Körpersegmenten vertheilt (*Gunda*). In den meisten Fällen sind es dichte Drüsen, wie bei unserem Mesostom, aber von sehr verschiedener Form und, eine einzige Ausnahme (*Gyrator hermaphroditus*) abgerechnet, paarig.

Eine tiefe Verschiedenheit lässt sich zwischen den Polycladen mit getrennter männlicher und weiblicher Oeffnung und den übrigen Turbellarien bemerken, welche nur eine einzige Oeffnung besitzen, die in den allgemeinen Behälter führt, wo sich die Producte der genannten Organe und der Schalen- und Nebendrüsen begegnen. Bei allen diesen Monogonoporen ist die Be-

fruchtung der Eier durch die eigenen Organe Regel und die Befruchtung durch Begattung wirkt nur ergänzend für gewisse Zustände ein, während bei den Polycladen oder Digonoporen die gegenseitige Befruchtung nothwendig zu sein scheint. Es ist sonderbar zu sehen, dass bei einigen Polycladen die Samenthierchen gewaltsam in das Körperparenchym an irgend einer Stelle mittelst einer oder mehrer Ruthen eingeführt werden, die wie Bohrer gestaltet sind.

Ueberall ist ein Begattungsorgan oder eine oft auf sehr verschiedene Weise gestaltete und bewaffnete Ruthe vorhanden. Was die übrigen Organe, Uterus, Schalen- und Eiweissdrüsen, Samensack und Samenblase u. s. w. anbetrifft, so ist es noch nicht gelungen, sie auf wohl bestimmte Typen zurückzuführen, und wir müssen für ihre Untersuchung auf die verschiedenen Monographien, besonders auf diejenigen von Jensen, Hallez, Lang und Graff verweisen.

Wir müssen noch, bevor wir dieses Capitel beendigen, auf die scharfsinnigen Ansichten Lang's aufmerksam machen, der die Strudelwürmer als Coelenteraten betrachtet, die ursprünglich mit den Rippenquallen verwandt, durch die Anpassung an ein kriechendes Leben tief eingreifend modificirt wurden. Man findet die Auseinandersetzung der Gründe Lang's in seiner Abhandlung über Gunda. Wenn diese Ansichten richtig sind, so müssen wir die Polycladen als die der Stammform am nächsten stehenden Thiere, die Tricladen und Rhabdocoelen als Ablenkungen zu einer tiefen Entartung betrachten, welche zum grossen Theile vom Parasitismus herrührt und welche uns die Saugwürmer und die Bandwürmer geliefert hat. Auf einer anderen Seite führt die Triclade Gunda durch die bei den Turbellarien einzig dastehende gegliederte Anordnung ihres Körpers und durch die Organisation fast aller ihrer Organe, unmittelbar zu den Egeln und vorzüglich zu den Clepsinen, wie Lang dies zur Genüge bewiesen hat.

Literatur. W. Focke, *Planaria Ehrenbergii*, Annal. Wiener Museum, Bd. I, Abthl. II, 1836. — A. J. Oerstedt, Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Kopenhagen 1844. — A. de Quatrefayes, *Mémoire sur quelques Planariées marines. Ann. Scienc. natur.*, 3. Serie, Bd. IV, 1845. — A. Schmidt, Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena 1848. — Ders., Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer. Jena 1848. — Ders., Neue Rhabdocoelen aus dem nordischen Meere. Sitzungsber. Acad. Wien 1852. — Ders., Die dendrocoelen Strudelwürmer aus der Umgebung von Graz. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. X, 1860. — Ders., Ueber *Planaria torva*. Ebend., Bd. XI, 1861. — Ders., Turbellarien von Corfu. Ebend. — M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851. — Ders., Beiträge zur Kenntniss der Landplanarien. Halle 1857. — R. Leuckart, *Mesostomum Ehrenbergii*, Arch. f. Naturgesch. 1852. — Ed. Claparède, *Etudes anatom. sur les Annélides, Turbellariés etc. des Hébrides. Mém. Soc. Physique.* Genève, Bd. XVI, 1816. — Ders., Beobachtungen über Anatom. und Entwickelungsgesch. wirbelloser Thiere. Leipzig 1863. — El. Metschnikoff, Ueber *Geodesmus bilineatus*. Bull. Acad. Petersburg, Bd. IX, 1865. — Ders., Zur Naturgeschichte der Rhabdocoelen. Arch. f. Naturgesch. 1865. — Ders., Ueber die Verdauungsorgane der Süsswasserturbellarien, Zool. Anzeiger, 1878. — W. Keferstein, Beiträge zur Anatomie und Entwickelung einiger Seeplanarien von St. Malo. Abhandl. Gesellsch. Göttingen 1867. — Ed. von Beneden, *Etude du genre Macrostomum. Bullet. Acad. Belgique*, 2. Serie, Bd. XXX, 1870. — W. Uljanin, Die Turbellarien der Bucht von Sebastopol. Berichte Gesellsch. Moskau 1870. — Ed. Grube, Beschreibung von Planarien des Baikalgebietes. Arch. f. Naturgesch. 1872. — A. Schneider, Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen 1873. — L. Graff, Zur Kenntniss der Turbellarien. Zeitschr. f. wissensch. Zool.,

Bd. XXIV, 1874. — Ders., Ueber die systematische Stellung von *Vortex Lemani*. Ebend., Bd. XXV, Suppl., 1875. — Ders., Fortgesetzte Turbellarienstudien. Ebend., Bd. XXX, Suppl., 1878. — Ders., Monographie der Turbellarien, Bd. I: *Rhabdocoelida*. Leipzig 1882. — H. R. Mosely, *On the anat. and histol. of Land planarians of Ceylon. Philos. Transactions*, 1874. — Ders., *On Stylochus pelagicus. Microscopical Journal*, Bd. XVII, 1877. — G. Duplessis, *Turbellariées limicoles. Bull. Soc. Vaudoise*. Bd. XIII, 1874. — Ders., Ebend., Bd. XIV, 1878. — Ders., Ebend., Bd. XVI, 1879. — O. S. Jensen, *Turbellaria ad litora Norvegiae occidentalis*. Bergen 1878. — P. Hallez, *Contributions à l'histoire nat. des Turbellariés*. Lille 1876. — A. Lang, Untersuch. zur vergleich. Anat. und Histologie der Plathelminthen. Mitth. Zool. Station. Neapel, Bd. I, II, III. — Ders., Der Bau von *Gunda segmentata*. Ebend., Bd. III, 1881. — H. von Ihering, *Graffilla muricicola*. Zeitschr. wissensch. Zoologie, Bd. XXXIV, 1880. — J. von Kennel, Die in Deutschland gefundenen Landplanarien, *Rhynchodesmus terrestris*, O. F. Müller und *Geodesmus bilineatus*, Mecznikoff. Arbeit. Zool. Institut. Würzburg, Bd. V, 1879. — Ders., Zur Anatomie der Gattung Prorhynchus. Ebend., Bd. VI, 1882. — P. Francotte, *Sur l'appareil excréteur des Turbellariés Rhabdocoeles et Dendrocoeles. Bull. Acad. de Belg.*, Bd. III, 1882.

Ordnung der Schnurwürmer (*Nemertina*).

Plattwürmer mit länglichem, cylindrischem oder abgeflachtem, von einem Wimperepithel bedeckten Körper. Der einfache Darmcanal weist einen bauchständigen vorderen Mund und einen endständigen After auf. Ein mit Stileten versehener oder auch unbewaffneter, langer Rüssel kann durch eine an der Spitze des Kopfes gelegene Oeffnung nach aussen vorgestreckt werden. Nervensystem von zwei seitlichen Kopfganglien gebildet, die durch Quercommissuren mit einander verbunden sind und zwei seitliche Nervenstämme aussenden. Blutkreislauf durch Gefässstämme mit eigenen Bewegungen vermittelt. Geschlechter gewöhnlich getrennt.

Man unterscheidet allgemein zwei Unterordnungen:

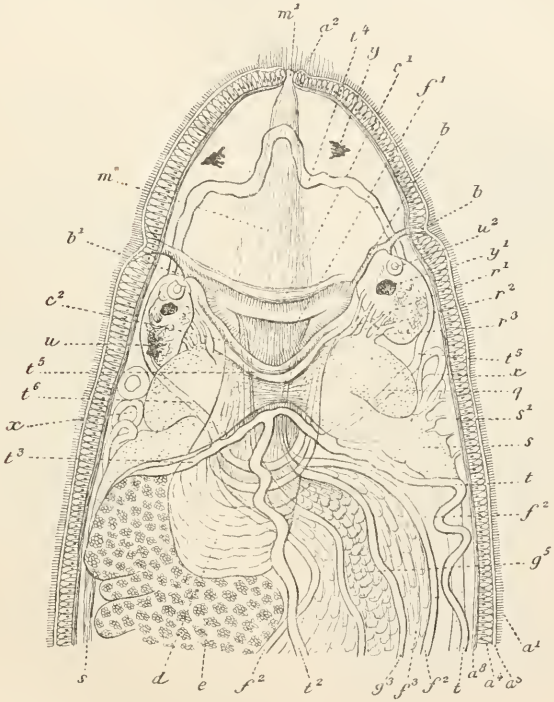
1. Enopla. — Der Rüssel ist mit Stileten bewaffnet, der Mund vor den Nervenganglien gelegen (*Amphiporus*, *Tetrastemma*, *Prosorhochmus*, *Nemertes*).

2. Anopla. — Der Rüssel besitzt keine Stilete, der Mund ist hinter den Ganglien gelegen (*Lineus*, *Cerebratulus*, *Cephalothrix*, *Malacobdella*).

Typus: *Tetrastemma flavidum* (Ehrbg.). — Dieser kleine Wurm kann bis zu 2 cm lang werden. Er ist sehr gemein an allen europäischen Küsten, von Schottland an bis zum Rothen Meere; auf dem Bauche ist er gelblichweiss, an der Rückenfläche geschmückt mit leichten Farbenanflügen, die von Blassgelb bis zum Braunroth wechseln und gewöhnlich mit vier dunkleren Längsstreifen gezeichnet. Man verschafft sich ihn leicht, indem man während einiger Stunden Abfälle, Algen u.s.w.,

die man im Meeresgrunde in geringen Tiefen abgescharrt hat, sich setzen lässt. Die Würmer sammeln sich an der Oberfläche des Wassers und klettern selbst an den Wänden des Gefässes darüber hinaus, wo man sie mit einem feinen Pinsel abnehmen kann. Man kann diese Würmer lange am Leben erhalten in einem kleinen Gefässe mit reinem Meerwasser, in welches man ein Fragment grüner Ulven gesetzt hat. Man muss sorglich die kleinen Krustenthiere herausfischen, welche an

Fig. 126.



Kopf des *Tetrastemma flavidum*, leicht zusammengedrückt, von der Bauchfläche aus gesehen. Verick, Obj. 1, Cam. luc. *a*, Körperdecken; a^1, Flimmerhaare; a^2, längere vordere Flimmerhaare; a^3, Cuticula; a^4, Epidermzellen; a^8, Längsmuskelfasern; *b*, Wimperfurche; b^1, trichterförmige Einkerbung, zum Seitenorgan führend; *c*, Mund; c^1, vordere Lippe; c^2, hintere Lippe; *d*, Speiseröhre; *e*, Darm; *f*, Rüsselscheide; f^1, Endtrichter derselben; f^2, Wand; f^3, Höhle der Scheide; *g*, Rüsselschlauch; g^3, Wand desselben; g^5, innere Bekleidung; *m*, Austrittscanal des Rüssels; m^1, dessen Oeffnung; *q*, centrale Ganglien; r^1, r^2, r^3, Nervenstämme, die daraus hervorgehen; *s*, seitlicher Nervenstamm; s^1, Aeste, die daraus hervorgehen; *t*, Blutkreislaufsystem; *t*, Seitenstämme; t^2, Mittelstamm; t^3, Querbogen; t^4, Kopfspitzbogen; t^5, Gefäss aus dem Seitenorgan *u* herauskommend; t^6, Fortsetzung des Gefässes auf den Ganglien; *u*, Seitenorgan; u^2, innere Oeffnung des Wimpertrichters; *y*, vordere Augen; y^1, hintere Augen.

den Gefässen wimmeln und die Würmer angreifen. Man beobachtet sie im durchfallenden Lichte, indem man sie passend zusammendrückt. Um Schnitte zu fertigen, tödtet man sie in Pikrinsäure, worin man sie einige Stunden lässt. Man wäscht sie reichlich mit Wasser, färbt sie im Ganzen mit Pikrokarmin und härtet sie stufenweise in Alkohol von verschiedener Dichtigkeit. Viele dieser Würmchen stossen im Augenblicke des Todes ihren Rüssel aus. Um die Organisation in ihrer Gesammtheit zu studiren, muss man sorgfältig Individuen auslesen, die ihren Rüssel bewahrt haben. Unsere Exemplare sind von uns bei Cette gesammelt und in dem von Herrn Prof. A. Sabatier aus Montpellier geleiteten Laboratorium untersucht worden.

Körperdecken (*a* auf allen Figuren). — Ein allgemeines, sehr feines und kurzes Wimperepithel (a^1) bedeckt den ganzen Körper. An der Kopfspitze und am Schwanzende werden die Flimmerhaare länger und weniger beweglich, obwohl sie immerhin biegsam bleiben (a^2, Fig. 126 und 127). An den seitlichen Spalten und auf dem ganzen Umkreise der Mundlippen sind die Wimperhaare etwas länger und ihre Bewegungen sehr lebhaft (Fig. 126).

Die äusserste Schicht der Körperdecken wird von einer durchsichtigen, dünnen und homogenen Cuticula (a^3) gebildet, welche von den Flimmerhaaren durchsetzt zu werden scheint. Sie lässt sich an lebenden Thieren sehr gut sehen; an gehärteten Schnitten wird die Oberhaut meistens so hornig, dass sie nicht mehr erkennbar ist.

Innerhalb dieser Oberhaut findet sich eine ziemlich dicke Schicht, die von grösstentheils birnförmigen Zellen gebildet wird, deren erweiterter Theil nach aussen und die verengerte Basis nach innen gekehrt ist. Diese Zellen (a^4) tragen die Flimmerhaare und bilden demnach die grösste Masse der Epidermis. Die Kerne dieser Zellen, die ohne Anwendung von Reagentien wenig deutlich sind, finden sich gegen die zugespitzte Basis hin; sie sind klein, etwas in der Richtung der grossen Axe der Zelle verlängert und werden durch Pikrocarmin sehr schön gefärbt. In vielen Fällen sind diese Zellen mit sehr kleinen dunklen, röthlichen oder bräunlichen Körnern erfüllt; aber gewöhnlich sind sie hell und durchsichtig. Man sieht an lebenden, unter einem schwachen Drucke beobachteten Individuen ihre einander übergreifenden Umrisse sehr schön. Grössere, helle, homogene Zellen mit kleinen Kernen sind zwischen diesen Flimmerzellen eingelagert und unregelmässig über die ganze Körperoberfläche zerstreut. Sie lassen sich an guten Schnitten sehr deutlich wahrnehmen. Es sind dies ohne Zweifel einzellige Hautdrüsen (a^5, Fig. 128 und 129), welche den so reichlichen durchsichtigen Schleim absondern, mit welchem sich die Würmer an die Körper anklcben, auf welchen sie kriechen und aus dem sie sich sogar vorübergehend Hüllen verfertigen. Wenn man den Brennpunkt des

Mikroskopes sehr hoch stellt, so kann man am lebenden Thiere diese Drüsen als kleine durchsichtige Kreise sehen.

Wenn man an frischen und leicht zusammengedrückten Thieren den optischen Durchschnitt der Körperdecken beobachtet, bemerkt man an der Basis der Zellen eine dünne durchsichtige Schicht ohne deutlichen Bau. Querschnitte zeigen, dass diese Hautschicht (a^3, Fig. 126, 127) aus zwei Lagen gebildet ist, aus einer äusseren homogenen Substanz, in welche die Zellbasen gepflanzt scheinen (a^7, Fig. 129) und aus einer inneren, aus feinen Kreismuskelfasern (a^8) zusammen-

Fig. 127.

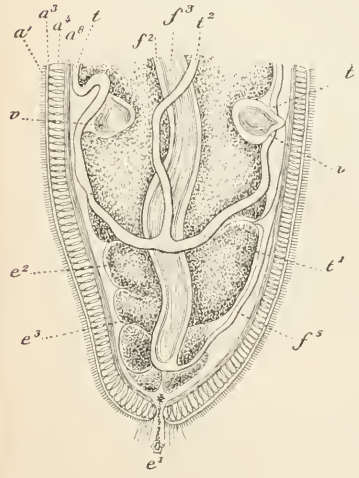


Fig. 128.

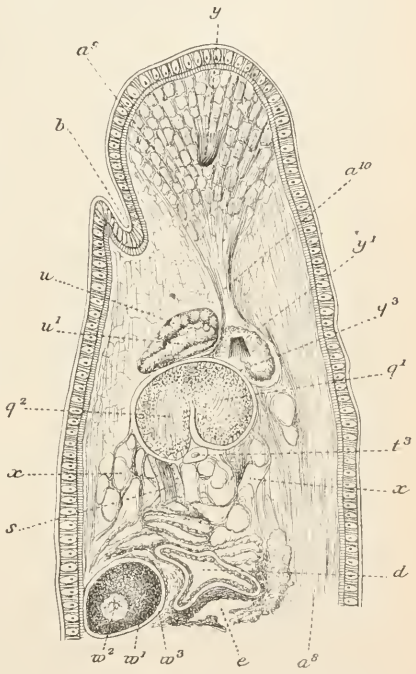


Fig. 127. — Schwanzende eines männlichen Tetrastemma, leicht zusammengedrückt. Verick, Obj. 1, Cam. luc. a, Körperdecken, die verschiedenen Schichten sind auf gleiche Weise bezeichnet wie in der vorhergehenden Figur; e^1, After; e^2, Darmblindsäcke; e^3, Dissepimente; f^2, Wände; f^3, Höhle; f^5, Zurückzieher der Rüsselscheide; t, Seitengefäss, t^1, hinterer Querbogen; t^2, Mittelstamm; v, Samensäcke.

Fig. 128. — Seitlicher Längsschnitt des Kopfes eines weiblichen Tetrastemma. Der Schnitt geht nahe am Seitenrande vorbei; er hat das Gehirn gestreift. Verick, Obj. 1, Cam. luc. a^8, Längsmuskelschicht des Körpers; a^9, Muskelfilz des Kopfes; a^{10}, Muskelstiel; b, Wimperfurche; d, gefaltete Speiseröhre; e, Darm; g^1, oberes Ganglion; g^2, unteres Ganglion; s, seitlicher Nervenstamm, durchschnitten; t^3, querer Gefässbogen, durchschnitten; u, Wand; u^1, Höhle des Seitenorganes; w^1, Dotter; w^2, Kern; w^3, Sack eines Eies; x, räthselhafte Organe; y, vorderes Auge; y^1, hinteres Auge.

gesetzten Lage. Diese Kreismuskelfasern lassen sich kaum am lebenden Thiere unterscheiden, bei welchem hingegen die Schicht der Längsmuskelfasern, die innen von den Kreisfasern gelegen ist, sich immer sehr deutlich sehen lässt. Die Fasern dieser Längsmuskelschicht sind dicker, durch eine helle und homogene Substanz zu Bündeln vereinigt und scheinen als seitliche Ausläufer die zahlreichen Muskelfasern zu liefern, welche den Körper in allen Richtungen durchsetzen und sich überall an den Organen anheften.

Man kann in der That sagen, dass die vordere Partie des Kopfes vor dem Munde nur von einem unentwirrbaren Filz (a^9) von sehr blassen, an dem lebenden Thiere mit den gewöhnlichen Vergrösserungen nicht wahrnehmbaren Muskelfasern gebildet werde, die sich in allen Richtungen kreuzen und sich überall an dem Längsmuskelschlauche befestigen. Auf Schnitten (Fig. 128) bietet sich dieser Muskelfilz als ein gegitttertes Gewebe dar, das wie von einem Stiele, von einem dichteren Futterale ausstrahlt (a^{10}), durch welches der Rüssel sich vorstösst. In den vom Darmcanale und den übrigen Organen eingenommenen Körpertheilen, treffen diese durchsetzenden Fasern ebenfalls zusammen, indem sie sich gegen den Darm hinbegeben, aber sie sind weit weniger entwickelt. Sie häufen sich besonders in den von den Blindsäcken des Darmes gebildeten Falten an und ahmen hier täuschend unregelmässige Scheidewände nach, die sich ziemlich lebhaft färben und eine Darmmuskellage bilden. Einige Forscher haben diese Scheidewände als wirkliche, denjenigen der Ringelwürmer analoge Dissepimente betrachten wollen; man kann in ihnen nur eine Annäherung zur Bildung einer gegliederten Anlage sehen. Der Mangel an Symmetrie auf beiden Seiten des nämlichen Individuums, sowie ihre unregelmässige Anordnung werden diesem Vergleiche immer hinderlich sein.

Endlich muss man hier noch die Pigmentbildungen (a^{11}, Fig. 129) erwähnen. Sie sind, wie Schnitte zeigen, in der Tiefe der Längsmuskelschicht gelegen, aber ihrer äusseren Oberfläche genähert, und bieten sich als ein sehr unregelmässiges Netz von Zellverzweigungen dar, in welchen Kerne selten vorkommen. Von den vier Rückenstreifen, die sie bilden, gehen die inneren von einem Körperende zum anderen, während die äusseren auf der Höhe der hinteren Augen endigen.

Verdauungssystem. — Wir können als Bestandtheile dieses Systems zwei wesentliche, von einander vollständig geschiedene Organe unterscheiden, den eigentlichen Darmcanal und den Rüssel.

Darmcanal. — Zu beiden Seiten des Kopfes, zwischen den beiden Augenpaaren finden sich zwei quere Einkerbungen oder Vertiefungen, die durch eine sehr ausgesprochene Wimperbewegung und ein wenig längere Flimmerhaare, als die auf dem übrigen Körper sich auszeichnen. Es sind dies die Rudimente der bei anderen Schnurwürmern so deutlich auftretenden Seitengruben. Wir werden sie die

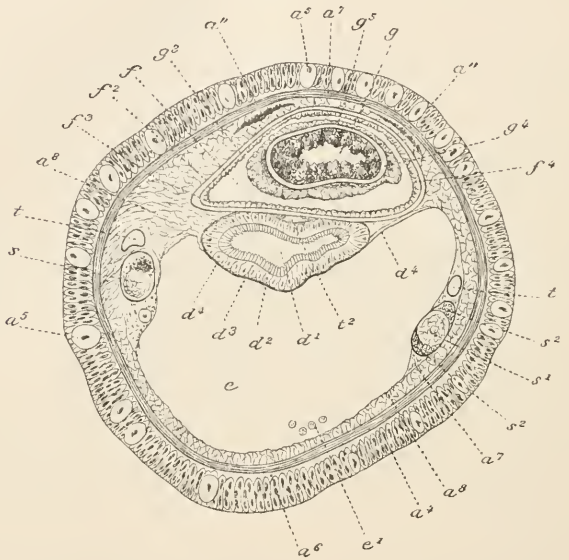
Wimperfurchen (*b*, Fig. 126 u. 128) nennen. Bei unserem Typus würden sich diese Furchen in nichts von einer zufälligen Falte der Tegumente unterscheiden, wäre nicht die stärkere Entwickelung der Wimperhaare vorhanden. Die Furchen beginnen an den Rändern der Rückenfläche und setzen sich auf der Bauchfläche des Körpers in eine schmale Querrinne fort, die eine zierliche Krümmung darbietet und auf ihrer ganzen Länge von sehr thätigen Flimmerhaaren ausgekleidet ist. Die Ränder dieser Rinnen erscheinen verdickt und man bemerkt mit starken Vergrösserungen darin Streifungen, die von Muskelfasern herrühren. Nachdem die Furchen eine trichterförmige Einkerbung (b^1, Fig. 126), von der wir weiter unten sprechen werden, gebildet haben, münden sie an den Winkeln der Mundspalte ein, die ausserordentlich ausdehnbar und quer zur Körperaxe gerichtet ist. Im gewöhnlichen Zustande, wenn der Mund geschlossen ist, stellt er sich nur als der Mitteltheil der in der Mitte zusammenstossenden Furchen dar; aber wenn er geöffnet ist, zeigt er eine weit klaffende Höhle von dreieckiger oder lanzettförmiger Gestalt mit rundlichen Ecken, deren Spitze nach hinten gerichtet ist, so dass sie den von der vorderen Bucht der Nervenganglien umschriebenen Raum einnimmt. Es ist dies die gewöhnliche Form, welche die Mundöffnung annimmt. Man kann alsdann eine vordere Lippe (c^1, Fig. 126) und eine hintere Lippe (c^2) unterscheiden; aber wir machen die Beobachter darauf aufmerksam, dass der Mund in Folge seiner Ausdehnbarkeit die verschiedensten Gestalten, diejenigen einer Raute, einer Quer- oder Längsspalte u. s. w. annehmen kann.

Der Mund wird von den beschriebenen verdickten und abgerundeten Lippen umgeben, die mit mächtigen Wimperhaaren versehen sind und von Kreismuskelfasern gebildet werden, die als Schliessmuskel wirken. Diese flimmernden Muskelwände setzen sich schräg nach oben und hinten fort, um eine trichterförmige Speiseröhre (*d*, Fig. 126 und 128) zu bilden, die unter der Bauchcommissur der Nervenganglien durchgeht und sich unmittelbar hinter dieser Commissur an die Scheide des Rüssels anlehnt, deren enger Theil durch den zwischen der oberen und unteren Commissur gelegenen Raum geht und von der sich eine Muskelschicht (d^4, Fig. 129) ablöst, um für den Oesophagus eine Umhüllung zu bilden. Nachdem sich der Speiseröhrentrichter so an die Rüsselscheide gelegt hat, öffnet er sich in den geräumigen Darmsack, dessen vordere seitliche Blindsäcke bis zu den Ganglien vorrücken.

Dieser ganze, ausserordentlich contractile Speiseröhrentheil verschmilzt, wenn man zusammengepresste Thiere bei durchscheinendem Lichte beobachtet, mit dem Beginn der Rüsselscheide; man sieht ihn nur selten zurückgedrängt und gefaltet auf der einen Seite, hinter den Ganglien, in Gestalt eines Sackes mit dicken gefalteten Wänden, wie er Fig. 126 gezeichnet ist. Querschnitte, die in der Gegend, wo

die Speiseröhre sich an die Rüsselscheide anlehnt (Fig. 129), geführt werden, zeigen, dass die Muskelfasern des Schlundes sich auf der ganzen Länge der Anlagerung an die Rüsselscheide mit der dieser angehörigen Muskelschicht vermengen. Diese auf unseren Schnitten sehr deutlich sichtbare Verschmelzung scheint uns dafür zu sprechen, dass der Rüssel

Fig. 129.



Querschnitt eines Tetrastemma, hinter den Ganglien durch das Ende der Speiseröhre gelegt. Zeiss, Obj. C. Cam. luc. a, Körperdecken; a^4, Epidermzellen; a^5, Hautdrüsen; a^6, Matrix der Zellen; a^7, Kreismuskelschicht; a^8, Längsmuskelschicht; a^{11}, Pigment; d, Speiseröhre; d^1, ihre Innenhöhle; d^2, Wimperepithel; d^3, durchschnittene Längsmuskelfasern; d^4, Schicht der von der Rüsselscheide abgegebenen Kreisfasern; e, Höhle des von seiner eigenen Membran umgebenen Darmes; e^1, einige Darmzellen, gezeichnet, um die Proportionen der verschiedenen Elemente anzudeuten; f, Rüsselscheide; f^1, ihre Innenhöhle; f^2, äussere Kreismuskelschicht; f^3, Längsmuskelschicht; f^4, Innenepithelium; g, Rüsselschlauch; g, seine Innenhöhle; g^3, Längsmuskelschicht; g^4, innere Kreisfaserschicht; g^5, innere Auskleidung; s, Seitennerven des Körpers; s^1, von durchschnittenen Nervenfasern gebildetes Centrum; s^2, Ganglienbekleidungen; t, Kreislaufsystem; t, Seitencanäle; t^2, Mittelcanal.

mit seiner Scheide als dem oberen Theile des Schlundkopfes der Planarien homolog anzusehen sei, der von der Speiseröhre unabhängig geworden ist.

Die Fasern der Kopfmuskelverfilzung, die sich auf allen Seiten an die Lippen und an die Wände des Schlundsackes anheften, spielen offenbar die Rolle von Antagonisten der Kreisfasern der Lippen und

der Speiseröhre. Diese letztere besitzt ein inneres Flimmerepithel (d^2, Fig. 129) und eine mächtige Schicht von Längsmuskelfasern (d^3).

Der Darmcanal (e) hat die Gestalt eines sehr weiten geraden Rohres, welches mit dem Rüssel die ganze Körperhöhle ausfüllt, wenn die Fortpflanzungsorgane noch nicht entwickelt sind. Er öffnet sich unmittelbar am hinteren Körperende mit einem engen After (d^1, Fig. 127), dessen Umkreis mit einem Strauss von beinahe straffen Wimperhaaren besetzt ist, die zwischen die Flimmerhaare gestellt sind, welche die Körperoberfläche überziehen. Man sieht oft, dass Körner und Zellen durch den After entleert werden.

Auf seinem ganzen Umkreise zeigt der Darmcanal unregelmässige, taschenförmige, mehr oder weniger ausgedehnte Blindsäcke, die denjenigen eines Dickdarmes ähnlich sind (e^2). In die zwischen den Falten dieser Blindsäcke gelegenen Räume begeben sich die Muskelbündel, die wir oben erwähnt haben, und in diesen Räumen bilden sich auch in erster Linie die männlichen und weiblichen Geschlechtssäcke, von denen wir später sprechen werden. Die Scheidewände (e^3), welche die Darmsäcke trennen, sind offenbar muskulöser Natur und stammen von der Längsmuskelschicht der Körperdecken ab.

Der Darm besitzt auch eine eigene, dünne und durchsichtige Wand, die man am lebenden Thiere leicht nachweisen kann, wenn man die Stellen, wo die Blindsäcke sich berühren, oder die hellen von den Geschlechtssäcken erfüllten Räume beobachtet. Er besitzt keine einige Muskelschicht, sondern die Muskelfasern des Parenchyms befestigen sich auf allen Seiten an seine Aussenwand und können seine Lage nach allen Richtungen hin verändern.

Die eigene Wand des Darmes wird innen von runden Zellen ausgekleidet, welche je nach dem Ernährungszustande des Thieres sehr verschiedene Grösse und Aussehen darbieten. Gewöhnlich sind diese Zellen mit dunklen Granulationen und mehr oder weniger zahlreichen Fetttröpfchen erfüllt, oft auch zeigen sie sich in vielfachen Schichten, die vollständig die Darmhöhle ausfüllen. Der Darm erscheint dann im auffallenden Lichte weiss oder gelblich, im durchfallenden dunkel. In anderen Fällen sind die Zellen einfach geschichtet oder mehr oder weniger zerstreut gruppirt, ohne Fetttröpfchen (d, Fig. 126), aber immerhin enthalten sie alsdann noch feinere oder gröbere dunkle Körner. Diese Zellen lösen sich mit der grössten Leichtigkeit ab; man sieht oft, wie sie, selbst ohne Druck, ausgestossen werden oder in der Darmhöhle umherschwimmen. Sie sind offenbar die wahren Organe der Verdauung und der Aufsaugung. Bei gut genährten Thieren füllen sie die Darmhöhle vollständig aus.

Wir haben uns nicht von der Existenz von Flimmerhaaren auf der inneren Oberfläche der Darmwände überzeugen können. Diese Flimmerhaare sind indessen bei anderen Schnurwürmern sehr deutlich.

Der Rüssel. Wir unterscheiden an diesem wichtigen Apparate verschiedene Theile: die Scheide (*f*, auf allen Figuren), welche den eigentlichen Rüssel einschliesst, der bei Tetrastemma von dem Rüsselschlauche (*g*, in allen Figuren), der Stiletkammer (*h*), dem Muskelvorhof (*i*), dem Rüsselschwanze (*k*) und dem Zurückzieher (*l*) gebildet wird.

Der Apparat in seiner Gesammtheit beginnt in dem Kopfende selbst mit einer sehr ausdehnbaren, runden Oeffnung und setzt sich auf der ganzen Körperlänge bis in die Nähe des Afters fort, indem er die Mitte des Rückens unmittelbar unter den Tegumenten einnimmt. Wenn man ein Tetrastemma bei durchscheinendem Lichte beobachtet, so sieht man den Rüssel, der frei in seiner Scheide steckt, in beständigen peristaltischen Bewegungen sich winden, welche sogar in der Scheide selbst wirkliche Knoten und schlangenartige Windungen bilden können. In normaler und ruhiger Lage nimmt die Stiletkammer ungefähr die Mitte der Körperlänge ein, aber in Folge der Ausdehnbarkeit aller den Rüsselapparat bildenden Theile kann diese Partie bis gegen den Schwanz des Thieres zurückgezogen oder sogar nach aussen gestossen werden, so dass sie das Ende des herausgetretenen Rüssels bildet. Wir haben niemals beobachtet, dass die Würmer in den Gefässen, in welchen wir sie während ganzer Wochen lebend aufbewahrten, ihren Rüssel herauszogen, aber diese Ausstülpung findet leicht statt, wenn man sie in eine Flüssigkeit taucht, welche sie tödtet. In diesen Fällen wird der Rüssel oft mit solcher Heftigkeit herausgestossen, dass er sich an der vorderen Oeffnung loslöst, so dass man ihn mit grösster Leichtigkeit studiren und selbst Schnitte daran vornehmen kann.

Von dem vorderen Ende an, wo er sich mittelst einer runden Mündung öffnet (m^1, Fig. 120) bis in die Nähe des Mundes und der hinteren Augen, wird der Ausgangscanal des Rüssels (*m*) nur von röhrenartig verfilzten Muskelfasern gebildet (a^{10}, Fig. 126). Erst an der bezeichneten Stelle beginnt die Scheide mit einem muskulösen Trichter, welcher sich bei zusammengepressten Thieren sich als ein querer Vorhang oder Schirm darstellt (f^1, Fig. 126).

Die Scheide (*f*) bildet einen gegen den Schwanz hin blind geschlossenen Muskelschlauch. Im Kopftheile vermischen sich ihre Schichten mehr oder weniger mit dem Muskelgitterwerk dieser Gegend, so dass sie bei durchfallendem Lichte nur wie eine einfache Aushöhlung erscheint; aber Querschnitte lassen sehr gut erkennen, dass sie hier wie weiter hinter den Ganglien von einer beträchtlicheren Aussenschicht von Kreisfasern (f^2, Fig. 129), einer Innenschicht von Längsfasern (f^3) gebildet und innen von einem Epithel von runden Zellen, die winzige, aber sehr dunkle Körner (f^4) enthalten, ausgekleidet wird. Dieses Epithelium fällt sehr leicht ab und man sieht es auf den Schnitten nur selten an Ort und Stelle. In den hinteren Theilen, gegen das blinde

Ende der Rüsselscheide hin, wird dieses Epithel bedeutender und bildet sogar eine Art von Zotten.

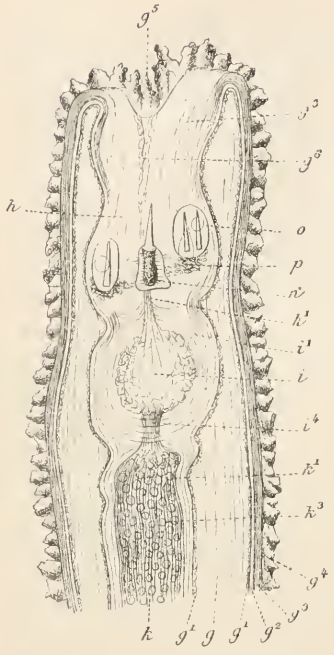
Die Scheide enthält eine durchsichtige Flüssigkeit, in welcher der Rüssel und die abgefallenen Zellen des Epitheliums schwimmen, sowie auch andere Körperchen, welche den bei den Wasserthieren so häufigen Pseudonavicellen täuschend ähnlich sehen. Man trifft Tetrastemmen an, bei welchen diese halbmondförmigen Körperchen ausserordentlich häufig sind, während sie bei anderen durchaus fehlen. Wir sind geneigt zu glauben, dass diese Körperchen Schmarotzergebilde sind. Was uns in dieser Annahme bestärkt, ist die Thatsache, dass man diese Körperchen, obwohl in geringerer Anzahl, auch ausgestossen werden sieht, wenn der Rüssel sich ausstülpt, ein Beweis, dass sich solche auch in der Höhlung selbst des Rüssels finden.

Gegen das Schwanzende hin setzt sich die Längsmuskelschicht der Scheide in ein Muskelbündel fort, das aufsteigend (f^5, Fig. 127) sich an die Leibeswand legt und sich bald mit den Muskelschichten dieser Wand vermengt.

Der Rüssel selbst ist ebenfalls ein an seinem Hinterende blind geschlossener und frei in der Scheide aufgehängter Muskelschlauch. Er verwächst nur im Umfange seiner Kopfmündung mit der Scheide; seine Muskelschichten aber sind je nach den verschiedenen Partien verschieden entwickelt und die innere Bekleidung seiner Höhle lässt beim ersten Blicke die verschiedenen Theile, aus denen er besteht, unterscheiden. Im Allgemeinen kann man auf der ganzen Länge des Rüssels drei auf einander folgende Muskelschichten erkennen: eine von Kreisfasern gebildete Aussenschicht, die unmittelbar von der Flüssigkeit der Scheide bespült und gewöhnlich sehr dünn ist; eine weit mächtigere Mittelschicht, die von Längsfasern gebildet wird, welche mit einander anastomosiren, so dass sie auf Querschnitten eine Art von Netz mit lockeren Maschen bilden, und eine dünne aus Kreisfasern bestehende Innenschicht, auf welcher die Bekleidung der Höhle aufsitzt. Die innere Höhle dehnt sich mit mannigfaltigen Erweiterungen und Verengerungen in der ganzen Länge des Rüssels aus.

Der Rüsselschlauch (g), wenig deutlich an seinem bereits erwähnten trichterförmigen Anfange, entwickelt sich von der Verengerung an, welche die Scheide zwischen den Commissuren und den Ganglienanschwellungen darbietet, in Gestalt einer weiten Röhre bis ungefähr gegen die Mitte des Körpers hin. Auf dieser ganzen Länge besitzt er einen gleichförmigen Durchmesser, kann sich aber in ausserordentlicher Weise entweder ganz oder nur an einzelnen Stellen aufblähen und verengern. Eine Schicht feiner und platter Pflasterzellen bedeckt ihn aussen (g^1, Fig. 130, a. f. S.), dann kommt eine sehr dünne Schicht von Kreisfasern (g^2), auf welche die grosse Längsfaserschicht (g^3) folgt und endlich eine sehr dünne Schicht von inneren Kreisfasern (g^4), auf

Fig. 130.



Vordertheil eines vorgestülpten Rüssels von Tetrastemma, nach dem Leben im Augenblicke gezeichnet, wo die Ausstülpung ihrem Ende sich nähert. Verick, Obj. 2. Cam. luc. g, Rüsselschlauch, grösstentheils umgestülpt, g, Höhle, durch Ausstülpung um die hinteren Theile des Rüssels herum gebildet, man sieht die Längsmuskelfasern hindurchschimmern; g^1, Aussenepithel, durch die Umstülpung Innenepithel geworden und sich gegen die Stiletkammer, den Muskelvorhof und den Rüsselschwanz fortsetzend; g^2, Aussenschicht der Kreismuskelfasern; g^3, Längsmuskelfasern; g^4, Innenschicht der Kreisfasern; g^5, innerer Ueberzug von sägeartigen Platten; g^6, Fortsetzung des Canales gegen die Stiletkammer; h, Stiletkammer; h^1, Centralcanal; i, Muskelvorhof; i, seine Innenhöhle; i^1, Muskelwand; i^4, Verbindungscanal; k, Rüsselschwanz; k, seine Innenhöhle; k^1, Längsmuskelschicht; k^3, innere Drüsen; n, mittleres Stilet; o, Seitensack mit in Bildung begriffenen Stileten; p, Drüsen der Stiletkammer.

welcher ein sehr sonderbarer Epithelialüberzug ruht. Dieser ganze Schlauch stülpt sich, so wie wir ihn Fig. 130 abgebildet haben, bei der Ausstossung des Rüssels um, so dass auf dem herausgestossenen Rüssel dieser Ueberzug nach aussen kommt. Man beobachtet bei Gelegenheit dieser Hervorstülpung heftige peristaltische Contractionen in dem Schlauche, der plötzlich mit Blitzesschnelle durch die Ganglienverengung hervorgestossen wird und sich so weit entwickelt, dass an seinem Ende die vorwärts gerichteten Stilete vortreten. Wir haben hier eine nach dem Leben aufgenommene Zeichnung gegeben, die den Moment darstellt, in welchem die Aufstülpung bereits nahezu vollendet ist (Fig. 130) und wir haben einen Querschnitt des entwickelten Rüssels beigefügt, auf welchem man im Innern der Schlauchhöhle einen zweiten Kreis sieht. Dieser Kreis wird durch den Querschnitt des Rüsselschwanzes gebildet (Fig. 131), der durch die Aufstülpung des Schlauches nach vorn gerissen wird.

Der Ueberzug des Schlauches (g^5) wird von schief gestellten Platten gebildet, welche bei durchfallendem Lichte in dem zurückgezogenen Schlauche als unregelmässige Schuppen (g^6, Fig. 126) sich darstellen. Untersucht man diese Gebilde unter einer starken Vergrösserung auf einem ausgestülpten Rüssel (Fig. 132), so stellen sie sich als durchsichtige, rundliche Blätter dar,

die in ihrem durchsichtigen Theile von einer Art kleiner Spitzbogen gehalten und durch unregelmässige, dunkle pyramidenförmige Pfeiler gestützt werden. Das Ganze hat das Aussehen von sehr dünnen Häutchen oder Blättchen chitinöser Natur, die aussehen, als hätte man sie gewaltsam in ihrer pyramidalen Basis zusammengedrückt. In der That ist das innere durchsichtige Gerüst mit dicken Klebekörnern überzogen, welche stellenweise sehr leicht abfallen, so wie wir es abgebildet haben. Auf Schnitten zeigen sich diese Blätter als unregelmässige, körnige, wie die Zähne eines Zahnrades gestellte Massen; sie färben

Fig. 131.

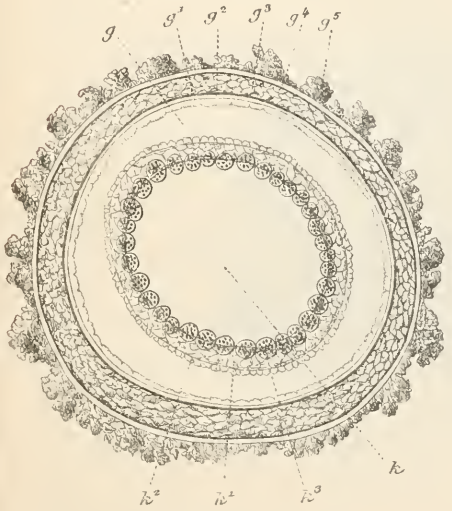


Fig. 132.

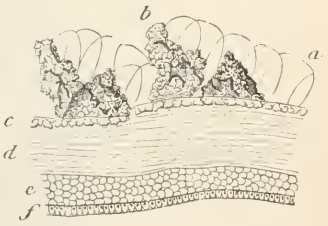


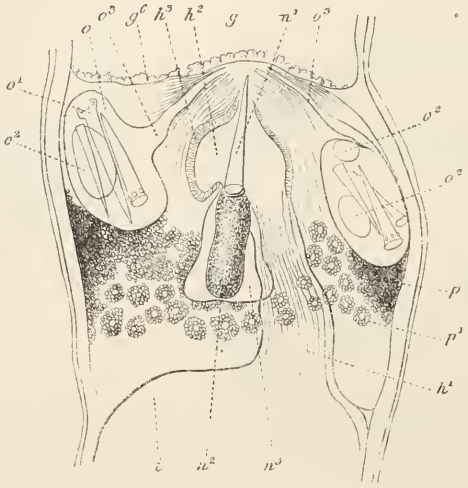
Fig. 131. — Querschnitt eines ausgestülpten Rüssels des Tetrastemma, durch den umgestülpten Schlauch und den Rüsselschwanz gelegt. Verick, Obj. 3. Cam. luc. g, Höhle, gebildet durch die Umstülpung des Rüsselschlauches; g^1, Aussenepithel; g^2, Schicht der inneren Muskelfasern; g^5, innere Bekleidung von sägeartigen Platten, durch die Umstülpung zur äusseren geworden; k, Innenhöhle des Rüsselschwanzes; k^1, Längsfaserschicht; k^2, Epithel und Kreisfasern; k^5, Innendrüsen.

Fig. 132. — Bekleidung des Rüsselschlauches mit sägeartigen Platten, nach einem ausgestülpten Rüssel von Tetrastemma gezeichnet. Zeiss, Obj. E. Cam. luc. a, Durchsichtiges Gerüst; b, körniger Theil der Platten; c, innere Kreismuskelschicht; d, Längsmuskelschicht; e, innere Kreisschicht; f, Innenepithel.

sich im Pikrocarmin sehr lebhaft. Unter einer schwächeren Vergrösserung bieten sich die Platten auf ihrem Umfange wie Zähne einer Säge dar. Es scheint uns klar zu sein, dass dieser Ueberzug eine mächtige Bewaffnung des hervorgestossenen Rüssels bildet, der sich mit grosser Kraft an die Körper, die er berührt, anhängt.

In der Nähe der Stiletkammer (*h*, Fig. 130, 133, 134, 135) nimmt die Dicke der Muskelschichten des Rüsselschlauches beträchtlich zu, während das Lumen sich so verengert, dass es nur einen ziemlich engen Canal (h^1, Fig. 133) bildet, welcher zuerst die Mitte der Kammer durchsetzt, dann aber ein wenig zur Seite ablenkt, indem er sich um das mittlere Stilet herum zu einer von Muskelwülsten (h^3) umgebenen Höhle erweitert. Nachdem der Canal diese Erweiterung auf seiner Ablenkung gebildet hat, weist er bedeutende Längsfalten auf. Da das mittlere Stilet mit seinem dunklen Griff gewöhnlich auf diesem Canal selbst aufliegt, so lassen sich die Wände dieses letzteren schwer im durchscheinenden

Fig. 133.

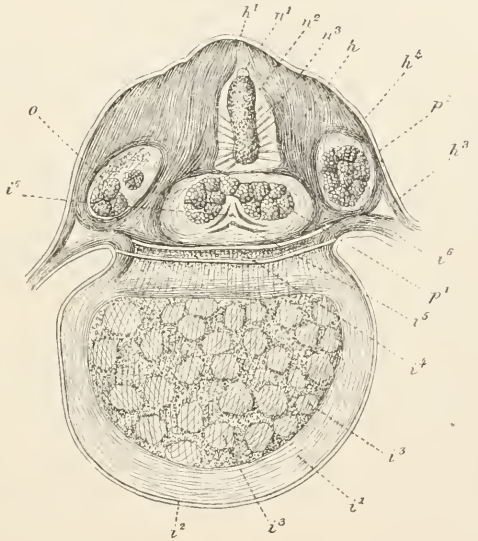


Stiletkammer, nach dem ausgestülpten Rüssel eines lebenden Tetrastemma gezeichnet. Verick, Obj. 3. Cam. luc. *g*, Höhle des Rüsselschlauches; g^6, Epithel von verkümmerten sägeartigen Platten; h^1, Verbindungscanal mit dem Vorhofe; h^2, seine Erweiterung um das Mittelstilet herum; h^3, Lippen dieser Erweiterung; *i*, Höhle des Muskelvorhofes; n^1, Spitze; n^2, Griff des Mittelstiletes; n^3, heller Sack, der den Griff umgiebt; *o*, Seitensäcke; o^1, Stilete, in der Bildung begriffen; o^2, helle Bläschen in den Säcken; o^3, Ausgangscanal; *p*, Drüsenmassen; p^1, isolirte Zellen.

Lichte wahrnehmen, während man auf Schnitten den Canal sehr schön sieht, ebenso wenn das Thier ein wenig schräg zusammengedrückt wird, wie wir es auf unserer Fig. 133 dargestellt haben. Wenn der Rüssel vollständig entfaltet wird, so zeigt sich das Stilet mit seiner hervorragenden Spitze wie auf einem wagerechten Boden, dessen Mittelpunkt es bildet. Die sägeförmigen Platten werden in der Nähe der Stiletkammer kleiner und schliesslich in der Enge des Canals durch ein flaches Pflasterepithel ersetzt.

Die Stiletkammer ist im Grunde genommen nur ein Muskelpolster mit dichten Wänden, deren Fasern nach allen Richtungen (Fig. 134) in Form von niedrigen Spiralen verfilzt sind, welch letztere sich schief durchkreuzen und eher bindegewebiger Natur scheinen, denn sie färben sich durch Pikrocarmin stärker als die übrigen Muskeln. In das Polster sind ausser dem centralen Canale, der sich um die Spitze des Hauptstiletes herum erweitert und sich trichterförmig gegen den Muskelvorhof öffnet, noch die Höhlen gegraben, welche die Ersatzstilete enthalten und ausserdem für Drüsen angesehene körnige Massen ein-

Fig. 134.



Längsschnitt der Spitze eines vollständig ausgestülpten Rüssels von Tetrastemma. Der Schnitt hat die Stiletkammer und den Muskelvorhof gestreift, ohne ihre Höhlungen zu öffnen. Zeiss, Obj. E. Cam. luc. h, Muskelfilz der Stiletkammer; h^1, deren Spitze beim Mittelcanal; h^3, Muskelfasern, die sich in Gemeinschaft mit den von dem Muskelvorhof abgegebenen Fasern i^6 zu dem zurückgestülpten Rüsselschlauche begeben; h^4, Epithel, auf den Rüsselschlauch zurückgebogen; i^1, Muskelfilz des Vorhofes; i^2, Epithel; i^3, Vacuolen in der Vorhofshöhle; i^4, Kreisfasern des Filzwerkes; i^5, Verbindungscanal zwischen der Stiletkammer und dem Vorhofe, an seinem Rande durchschnitten; n^1, durchschnittene Spitze desselben; n^2, Griff; n^3, Sack des Mittelstiletes; o, Seitensäcke mit Stileten; p^1, Drüsenmassen.

schliessen. Der centrale Canal, welcher diese Masse durchsetzt, ist uns immer etwas schräge vorgekommen, so wie es die Fig. 133 anzeigt.

Man findet bei Tetrastemma immer ein centrales Stilet (n) in Thätigkeit und auf beiden Seiten zwei helle Säcke, welche die in Bildung begriffenen Stilete enthalten. Der Bau der Seitensäcke (o, Fig. 133

und Fig. 134) scheint ziemlich einfach zu sein. Ihre bindegewebige Wandung ist sehr scharf begrenzt, aber so dünn, dass sie nur unter sehr starken Vergrösserungen einen doppelten Umriss darbietet. Im Inneren jedes Seitensackes befinden sich eine bis drei längliche Spitzen (o^1) mit sehr bestimmten Umrissen, mit quer abgeschnittener Basis und jeder dieser Spitzen entsprechend eine vollständig durchsichtige Blase (o^2), die sich im Pikrocarmin nicht färbt, keinen Kern wahrnehmen lässt und an der Basis der ausgebildeteren Stacheln anhängt, während an jüngeren Stacheln sie sich bald isolirt, bald am Stachel gegen die Mitte hin angeklebt findet. In der Regel giebt es ebenso viele Blasen, als sich in der Bildung begriffene Stacheln in dem Sacke vorfinden; wir haben indessen bei einer ziemlich grossen Anzahl von Tetrastemmen Ausnahmen von dieser Regel beobachtet. Die Basis jeder Spitze weist einige kleine an einander geklebte Kalkkügelchen auf und am Grunde ist der stileterzeugende Sack von Körnern umgeben, die beim lebenden Thiere leicht zu sehen sind und von denen wir weiter unten noch sprechen wollen. Unter starkem Drucke und nur an ausgestossenen Rüsseln sieht man, dass jeder stiletbildende Sack durch einen engen, leicht gebogenen Gang mit der Oeffnung des Centralcanales gegen den Schlauch hin in Verbindung stebt. Wir haben diese Gänge auf der Fig. 133 (o^3) gezeichnet, und können somit von einer näheren Beschreibung ihres Verlaufes Abstand nehmen.

Das grosse thätige Stilet besitzt einen verwickelteren Bau. Seine Spitze (n^1) gleicht vollkommen einem in der Bildung begriffenen Stilete; aber die Basis dieser Spitze ist ein wenig erweitert und ruht auf einem körnigen, dunklen, gelblich oder bräunlich gefärbten Griffe (n^2), der sich nicht färben lässt und die Gestalt eines kleinen Putzfläschchens besitzt. Wenn man diesen Griff unter sehr starken Vergrösserungen untersucht, glaubt man eine auf allen Seiten geschlossene Höhle darin zu sehen; dieses Aussehen kann auch der Anordnung der auf der Oberfläche angehäuften Körner zugeschrieben werden. Der Griff ist von einem hellen, hinten breiteren Raume (n^3) umgeben, der sich gewöhnlich am Halse des Grundfläschchens ansetzt und in welchem man dicke schief gestellte Streifen sieht, die den Fasern, welche bei vielen Thieren den Mastdarm in seiner Lage halten, täuschend ähnlich sehen.

Das grosse Stilet reicht mit seiner Spitze in den centralen Canal, an welchen sein ganzer Apparat gelehnt ist. Beim Hervorstossen des Rüssels stellt es sich in der Oeffnung gerade auf. Es ist ziemlich schwierig, sich eine Vorstellung von der Art und Weise zu machen, in welcher das mittlere Stilet, wenn es verloren gegangen ist, durch ein aus den Seitensäcken kommendes Stilet ersetzt werden kann. Es scheint uns indessen, dass die Basis des mittleren Stiletes eine bleibende Bildung sein muss, auf welche sich die Seitenstilete aufsetzen, nach-

dem sie durch den Ausgangscanal der Säcke in den Raum gelangt sind, in welchem die Basis des Hauptstiletes sich befindet.

Die Drüsenbildungen (*p*, Fig. 133 und 134), welche sich in den Muskelmassen der Stiletkammer eingebettet finden, lassen sich infolge der Durchsichtigkeit der Wände an lebenden Thieren leicht als fein granulirte Massen wahrnehmen, welche die Grundlagen der stiletbildenden Seitensäcke und des grossen Mittelsackes umgeben; aber es ist sehr schwierig, sich über ihren feineren Bau Aufschluss zu verschaffen. An lebenden Thieren sieht man am Rande dieser Anhäufungen Zellen ohne Wände, deren rundliche Körner einen hellen Kern umgeben (*p'*, Fig. 133); an Schnitten (*p'*, Fig. 134) sehen wir sie als Körneranhäufungen (?) in unregelmässig umschriebenen, aber von einer deutlichen Grenze umgebenen Räumen zusammengedrängt; es ist uns nicht gelungen, Ausführungsgänge dieser Räume nachzuweisen.

Der Muskelvorhof (*i*, Fig. 130 und Fig. 131), der unmittelbar auf die Stiletkammer folgt, besitzt eine kugelige Gestalt und sehr dicke, mit doppelt gewundenen Spiralfasern, die sich überall durchkreuzen, verfilzte Wände (i'^1). Eine sehr dünne Muskelhülle (i^2) wird ihm von der Stiletkammer geliefert. Der Vorhof ist besonders durch die Auskleidung seiner inneren kugelrunden Höhle bemerkenswerth. Man sieht darin, vorzugsweise auf den der Stiletkammer zugekehrten Flächen, grosse, runde Vacuolen (i^3) mit deutlich gezeichneten Umrissen, welche nur mit einer hellen Flüssigkeit erfüllt scheinen. Denn selbst an gefärbten Schnitten haben wir keine Spur von Kernbildungen wahrnehmen können. Um diese Vacuolen herum sind ziemlich feine Granulationen angehäuft, die sich lebhaft färben, hier und da zu unregelmässigen Massen vereinigen und Körperchen darbieten, welche in ihrem Inneren ziemlich dunkel sind und als Kerne angesehen werden könnten.

Ein enger Centralcanal (i^4, Fig. 130) führt in den Rüsselschwanz (Fig. 130, 131, 135, *k*) einen Muskelschlauch von gleichförmiger Dicke, fast ebenso lang als der vordere Schlauch, aber mit dünnen Wänden, die besonders durch Längsfasern gebildet werden, welche auf Schnitten die Anastomosen darbieten, welche wir gezeichnet haben (*k'*). Eine Epithelschicht kleidet das Innere dieser Höhle aus, welche immer mit Flüssigkeit gefüllt ist, in welcher häufig Pseudonavicellen und andere, stark körnige Zellen oder rundliche dunkle Körner schwimmen. Eine sehr dünne Lage von Kreisfasern (k^2) bedeckt den Schlauch auf seiner Aussenseite. Die Längsmuskelfasern setzen sich nach der blinden Endigung der Höhle in einen Muskel (*l*, Fig. 135) fort, der sich nach vorn umdreht und mittelst mehrerer Bündel an den Muskelwänden der Rüsselscheide inserirt. In das Geflecht der Längsmuskelschicht sind, mit der hinteren Hälfte ihrer Oberfläche ungefähr, kugelige Drüsen mit ausserordentlich dünnen Wänden (k^3, Fig. 131) eingesenkt, die mit stark körnigen Zellen er-

füllt sind und gegen die Innenhöhle des Rüsselschwanzes in Gestalt von Warzen vorstehen. Ohne Zweifel liefern diese Follikeldrüsen sowohl die Flüssigkeit, welche den Schwanz erfüllt, als auch die verschiedenen Körperchen, welche darin schwimmen.

Der ganze Bau des Rüssels charakterisirt offenbar eine mächtige Waffe; aber es ist schwierig, sich über ihre Verwendung Aufschluss zu verschaffen. Ebensowenig als andere Beobachter haben wir gesehen, dass Tetrastemma sich des Rüssels, sei es zur Vertheidigung, sei es zum Angriff, bediente. Er wird oft herausgestossen und sogar vollständig vom Körper losgetrennt, im Augenblicke, wo das Thier in einer Flüssigkeit, wie Pikrinsäure, oder sogar im süssen Wasser stirbt; zusammengedrückte Thiere geben ihn auch gern von sich. Diese losgelösten oder ausgestossenen Rüssel setzen ihre Bewegungen und ihre Zusammenziehungen fort; aber nur in diesen Augenblicken der Angst haben wir die Entfaltung des Organs gesehen und niemals haben wir beobachtet, dass es bei Thieren, welche bei möglichstem Wohlsein in unseren Gläsern lebten, zum Vorschein kam.

Das Nervensystem (Fig. 126, 128, 129). — Dieses System wird von zwei seitlichen Ganglienmassen gebildet, die durch zwei Quercommissuren mit einander verbunden sind. Die obere Quercommissur geht über die Rückenfläche der Rüsselscheide, zwischen dieser und der Hautmuskelmasse durch, während die untere Commissur zwischen der Scheide und der Speiseröhre hindurchzieht. Auf diese Weise wird also um die Rüsselscheide herum ein förmlicher Nervenring gebildet. Die Rüsselscheide zeigt sich infolge dieser Stellung dem Centralnervensystem gegenüber als eine dem Schlundkopfe vieler anderer wirbellosen Thiere homologe Bildung. Die obere Commissur ist etwas schmäler, aber länger als die untere Commissur; beide werden von sehr feinen, queren Nervenfasern gebildet, welche an beiden Enden der Commissur gegen den Mittelpunkt der Ganglienzellen ausstrahlen. Man kann sich an gefärbten Schnitten überzeugen, dass das ganze Halsband sowie die dicken Seitenstämme, die davon ausgehen, von einer Hülle aus Bindegewebe- und Muskelfasern (q^3) umgeben sind, welche sich lebhaft färbt, während die Nervenmassen den Färbungsversuchen länger widerstehen. Die Rindenschichten der Ganglien werden von sehr winzigen Nervenzellen mit kleinen granulirten Kernen gebildet, deren Ausläufer wir nicht haben nachweisen können. Der Centraltheil der Ganglien besteht einzig und allein aus sehr feinen und verfilzten Nervenfasern.

Die Ganglien (g) haben die Gestalt einer senkrecht gestellten und in der Mitte stark eingeschnürten Bohne, so dass man in jeder Seitenmasse ein Rückenganglion (q^1, Fig. 128) und ein Bauchganglion (q^2) unterscheiden kann, die unvollkommen von einander geschieden sind.

Wir haben mit Sicherheit an den oberen Ganglien den Abgang von drei Nervenstämmen (Fig. 126) nachweisen können. Der erste (r^1) geht von der Bauchseite des Ganglions aus, begiebt sich schief nach vorn in der Richtung der hinteren Augen und scheint sich in mehrere Bündel zu theilen. Die zwei anderen Stämme (r^2, r^3) gehen ausserhalb des ersten, aber vom Vorderrande des Ganglions selbst aus; sie theilen sich gabelig wie der erste und schlagen die gleiche Richtung ein; aber wir gestehen, dass trotz aller Mühen, die wir uns genommen haben, wir keine Gewissheit über ihre ferneren Verzweigungen haben erlangen können. Wenn man einen Blick auf die Fig. 128 wirft, welche das Muskelgitterwerk des vorderen Kopftheiles darstellt, so wird man unsere Zweifel leicht erklärlich finden. Es ist möglich, dass der mit dem Buchstaben a^{10} auf diesem Längsschnitt bezeichnete Theil eine Partie der erwähnten Nerven enthält, welche mit den Muskelfasern ausstrahlen und das so verwickelte Gitterwerk dieses Theiles bilden würden; es ist aber auch ebenso möglich, dass dieser Anschein eines Stammes, der strahlig sich verzweigt, einzig der Anordnung der Muskelfasern, welche den Canal für den Rüssel umgeben, sein Dasein verdankt. Man wird darüber erst dann Gewissheit erlangen, wenn man ein Reagens entdeckt haben wird, das die Nervenfasern allein zu färben vermag, ohne dass die Muskel- und Bindegewebefasern auch von der Färbung ergriffen werden. Wir haben die Existenz von Nervenzweigen, die sich zum Rüssel und zum Darm begeben, nicht nachweisen können; sie können indessen nicht fehlen.

Die grossen Seitenstämme des Körpers (*s*), welche von den unteren Ganglien ausgehen und sich längs der beiden Körperränder bis zum Schwanze des Thieres hinziehen, lassen sich hingegen sehr leicht infolge der Durchsichtigkeit des Körpers, wenigstens bei ihrem Ursprunge (*s*, Fig. 126) unterscheiden. Sie beschreiben eine Curve, um sich zu den Rändern des Körpers zu begeben und man kann häufig feine Zweige wahrnehmen, welche von der Convexität dieser Curve aus gegen die Haut (*s'*, Fig. 126) hinziehen. Es ist schwieriger, diese Zweiglein, welche sich entweder zur Haut oder nach Innen gegen den Darm hinbegeben, weiterhin nachzuweisen. Man kann sie kaum von den Muskelfasern und Muskeldissepimenten, die zum Darme hinziehen, unterscheiden. In dem mittleren und hinteren Körpertheile scheint auch der Seitennerv der ziemlich dunklen Darmwände wegen wenig durch.

Hingegen kann man den Verlauf der Seitennerven sehr schön an Querschnitten verfolgen, welche sie mit der grössten Deutlichkeit bis gegen den Schwanz hin zeigen. Sie verlaufen auf den Körperseiten in die Masse der Längsmuskeln, aber mehr an der inneren Oberfläche derselben (*s*, Fig. 129) und oft dieser so nahe, dass sie etwas nach Innen hereinragen. Sie sind von einer sehr ausgeprägten, bindegewebigen Scheide umgeben, die sich durch Pikrocarmin sehr lebhaft

färbt, und weisen gewöhnlich einen mehr oder weniger eiförmigen Schnitt auf. Der Mittelpunkt des Schnittes wird von durchschnittenen Nervenfasern eingenommen, welche sich wie eine feine Punktmasse ausnehmen; aber die beiden Pole des eiförmigen Schnittes schliessen sehr deutliche Nervenzellen (s^2, Fig. 129) ein. Der Nerv ist also oben wie unten von Anhäufungen von Nervenzellen bedeckt, welche sich bis an das Ende des allmählich dünner werdenden Nerven fortsetzen. Wir haben den Nerven an Schnitten, welche wir dem Zwischenraume zwischen dem Rüsselende und dem After entnahmen, nicht mehr nachweisen können.

Die vier Augen (y, Fig. 126 und 128) des Tetrastemma liegen an der Rückenfläche des Kopfes, so dass sie fast ein Rechteck bilden. Es sind Pigmentflecken von beinahe dreieckiger Gestalt, die aus Körnern von schwärzlicher oder röthlichbrauner Farbe gebildet werden; in Längsschnitten (y, Fig. 128) nehmen sie sich wie mehr oder weniger becherförmige Anhäufungen aus. Man entdeckt an ihnen weder einen lichtbrechenden Körper noch selbst eine Verbindung mit Nervenfasern. Der vordere Kopfnerv scheint sich zu den hinteren Augen (y') zu begeben, aber es ist uns nicht gelungen, ihn bis in die Pigmentflecken, deren Ränder oft sehr unregelmässig sind, zu verfolgen.

Blutkreislaufsystem (t, Fig. 126, 127, 129). — Wir machen den Anfänger darauf aufmerksam, dass das Studium dieses Systems ziemlich schwierig ist. Man sieht an den frei lebenden Thieren nur unbestimmte Schatten und jede Spur von Canälen verschwindet, wenn das Zusammenpressen der Thiere zu weit getrieben wird. Man muss also das Zusammenpressen bis zum gewollten Punkte anzuwenden wissen.

Dieses System besteht aus zwei Seitenstämmen (t) und einem durch Querbogen verbundenen Mittelstamm. Alle diese Theile sind auf ihrer ganzen Länge contractil; man sieht Wellencontractionen durchziehen, die so bedeutend werden, dass das Lumen der Canäle an den zusammengezogenen Stellen vollständig verschwindet.

Die Seitenstämme sind, wie Querschnitte (t, Fig. 129) darthun, in der Masse der Längsmuskelschicht des Körpers, in unmittelbarer Nähe der Seitennervenstämme und zwar auf der Rückenseite dieser letzteren gelegen. Sie beginnen bei dem Hinterende des Thieres (Fig. 127) mit einem Querbogen (t^1), in dessen Mittelpunkt der Mittelcanal (t^2) mündet, und verfolgen ihren Weg längs der Körperseiten bis zu den Nervenganglien hin, an deren Hinterrändern sie sich durch einen neuen Querbogen (t^3, Fig. 126) vereinigen, an dessen Mittelpunkt sich der Mittelstamm ablöst, um nach hinten zu gehen. Die wellenförmigen peristaltischen Zusammenziehungen folgen sich in der That in den angedeuteten Richtungen: von hinten nach vorn in den Seitenstämmen, von vorn nach hinten in dem Mittelstamme, der in seiner

ganzen Länge auf der Bauchseite der Rüsselscheide gelegen ist. Auf dem ganzen Verlaufe dieser Stämme haben wir keine Aeste constatiren können; das Blut ist übrigens vollkommen farblos und durchsichtig und enthält keine Spur von Körperchen. Die peristaltischen Bewegungen allein können die Richtung der Blutströme andeuten. Während dieser Zusammenziehungen glaubt man häufig förmliche Innenventile da, wo die Wände der Canäle sich vollständig nähern, zu sehen.

Schwieriger ist es, sich von der Anordnung der Gefässe im Kopfe Rechenschaft abzulegen. Man constatirt zwar mit der grössten Leichtigkeit einen Kopfbogen, der einen zwischen die vorderen Augen (t^4, Fig. 126) vorgeschobenen Spitzbogen darbietet und man verfolgt die Strebepfeiler dieses Spitzbogens leicht bis zu den Seitenorganen (u, Fig. 126 und 128); aber trotz aller aufgewendeten Bemühungen haben wir sie nicht über diese Organe hinüber verfolgen können, und wir glauben, dass die beiden Gefässe sich in die Seitenorgane neben den trichterförmigen Oeffnungen ergiessen, durch welche diese Organe mit der Wimperfurche in Verbindung stehen.

Man sieht in der That beide Gefässe an dem hinteren Ende der Seitenorgane wieder erscheinen, schief (t^4, Fig. 126) über die Rückenfläche der Ganglien ziehen und auf beiden Seiten in einiger Entfernung vom Mittelgefässe in den Querbogen einmünden, der die grossen Seitengefässstämme vereinigt.

Im Ganzen kann man also das Kreislaufsystem des Tetrastemma als aus zwei Seitenstämmen zusammengesetzt betrachten, welche längs der Seiten des Thieres hinziehen und durch drei Queranastomosen mit einander verbunden sind, durch eine Anastomose im Vordertheile des Kopfes, eine zweite hinter den Ganglien, eine dritte am hinteren Körperende. Die zwei letzteren Querbogen sind durch das mittlere Längsgefäss mit einander in Verbindung gesetzt, während in die Strebepfeiler des Kopfspitzbogens die Seitenorgane eingeschoben sind, über die wir noch einige Worte zu sagen haben.

Die Seitenorgane (u, Fig. 126 und 128) bilden zwei eiförmige Säcke mit ziemlich dicken Wänden, welche mit ihren vorderen Polen die quere Wimperfurche berühren und mit ihrem hinteren Ende der Vorderseite der Ganglien sich nähern. Sie sind in der Tiefe der Gewebe selbst gelegen, wie Schnitte es zeigen, und das hintere Auge ruht unmittelbar auf ihrer Rückenfläche, obwohl es davon vollkommen geschieden ist (Fig. 128). Die Wände der Organe scheinen drüsig zu sein; man sieht gewöhnlich im Innern (u^1) wolkige Anhäufungen wie von erhärtetem Schleim und selbst körnige Zellen mit Kernen. Dem vorderen Pole des Organs gegenüber weist die Wimperfurche (b^1, Fig. 126) eine kleine kraterförmige Einkerbung auf, deren Spitze gegen das Organ gerichtet ist und welche eine sehr lebhafte rotatorische Wimper-

bewegung zeigt. Man kann häufig an der Spitze dieses Trichters die innere Oeffnung (u^2) in Gestalt eines kleinen, ebenfalls flimmernden Kreises sehen, aber man würde vergebens die Wimperbewegung im Innern des Sackes suchen, welcher hingegen sehr zusammenziehbar ist und bisweilen ruckweise Contractionen darbietet.

Wir haben bereits erwähnt, dass das Organ nach unseren Beobachtungen mit den Kreislaufstämmen in Beziehung steht. Wir haben mit aller möglichen Deutlichkeit das Hervortreten des Gefässes aus dem hinteren und äusseren Theile des Sackes (t^4, Fig. 126) beobachtet, von dem es sich wie ein seitlicher Schaft ablöst; wir haben nicht mit der gleichen unzweifelhaften Gewissheit das Hereintreten des Strebepfeilers des im Kopfe gelegenen Kreislaufspitzbogens in den Sack, dessen Umriss immer quer darüber weglief, constatiren können. Aber wir zweifeln nicht, dass trotz entgegenstehender Beobachtungen an anderen Schnurwürmern der Sack ein Blutbehälter ist. In allen Fällen ist er in sehr deutlich ausgesprochener Weise von den Nervenganglien getrennt.

Alle diese Thatsachen, die äussere, trichterförmige, flimmernde Oeffnung, die drüsigen Wände, die Absonderung, welche ohne Zweifel im Innern stattfindet, und die Verbindung mit dem Kreislaufsystem lassen uns die Seitenorgane als die Homologa der bei den Würmern so verbreiteten Segmentalorgane betrachten, und die Verbindung mit den Blutgefässen selbst kann uns nicht in Erstaunen setzen, da wir ja analoge Beziehungen bei den Mollusken, Brachiopoden und Tunicaten kennen.

Die Geschlechtsorgane (Fig. 127, 128, 135). — *Tetrastemma flavidum* ist wie alle Schnurwürmer getrennten Geschlechts. Man kann ohne mikroskopische Untersuchung die beiden Geschlechter nicht unterscheiden und in dem Jugendalter sehen sich die Organe noch so ähnlich, dass man sich täuschen kann. Bis zu einer gewissen Zeit, in welcher sich die Erzeugnisse der Geschlechtssäcke deutlich differenziren, sind die Organe auf gleiche Art gebaut, so dass die Beschreibung der einen auf die anderen passt.

„Die Geschlechtssäcke", sagen wir, indem wir ein wenig die Worte Sabatier's, dessen Beschreibungen wir haben bestätigen können, verändern, „die Geschlechtssäcke sind zwischen die innere Muskelschicht auf jeder Körperseite und die drüsigen Blindsäcke des Darmes eingelagert. Sie werden von einer besonderen durchsichtigen Haut gebildet, welche an der inneren Muskelschicht durch kurze, bisweilen trichterförmige (v^4, Fig. 135) Röhren befestigt ist, die über die Seitennervenstämme hinziehen." Beim Beginne ihrer Bildung sind diese Säcke vollkommen geschlossen; die Bildung der kurzen Ausgangsröhren findet nur statt, wenn die Producte, Samenthierchen und Eier, zur Reife gelangen. Die Säcke bilden sich von vorn nach hinten; sie

finden sich zuerst in einfacher Reihe längs der Körperseiten und das vorderste Paar liegt beinahe unmittelbar hinter dem Centralnervensystem, während das letzte Paar sich nahe beim After befindet. Später vervielfachen sich die Säcke und man findet fast immer die Säcke

Fig. 135.

Tetrastemma flavidum. Geschlechtsorgane. Figur mit dem Objectiv Verick 2, mit der Cam. luc. nach zwei verschiedenen Individuen gezeichnet, von welchen das eine männlich (rechte Seite), das andere weiblich (linke Seite) war. Der mittlere Körpertheil, wo sich die wichtigsten Partien des Rüssels vorfinden, ist vollständig identisch bei beiden Geschlechtern, weshalb hat man sich diese widernatürliche Zusammenstellung erlauben konnte, um die Figuren nicht allzusehr zu vervielfachen. *a*, Körperdecken; *e*, Darm; *f*, Rüsselscheide; f^1, ihre Wände; *g*, Rüsselschlauch; *h*, Stiletkammer; *i*, Muskelvorhof; *k*, Rüsselschwanz; *l*, sein Zurückzieher; *r*, sehr junge Samensäcke; v^1, peripherische Protoplasmamassen, zu Samenthierchen werdend; v^2, centrale Protoplasmamassen; v^3, spindelartig vereinigte Samenthierchen; v^4, Ausgangscanal; *w*, sehr junges Ei; w^1, Dotter; w^2, Kern; w^3, Hülle vorgerückterer Eier; w^4, verdorbenes Ei.

mit reifen Producten von in fortschreitender Bildung begriffenen Säcken umgeben vor. Die Thatsache, dass besonders männliche Säcke oft zwei

Fortsätze (Fig. 135), einen gegen die Peripherie, den anderen gegen die Mittellinie aufweisen, scheint uns der Ansicht günstig zu sein, dass sich die Säcke in der Tiefe der Dissepimente selbst, welche die Darmblindsäcke trennen, bilden.

Die grösseren Säcke (*v*, *w*, Fig. 135) enthalten ein homogenes Protoplasma ohne deutliche Bildungselemente, das etwas später feinkörnig wird, während ein runder Kern sich wahrnehmen lässt, der sich lebhaft färbt und später einige Kernkörperchen zeigt.

Von dieser Stufe an, die für beide Geschlechter in Allem gleichförmig ist, beginnt die Differenzirung der Producte.

Die weiblichen Eier (*w*, Fig. 128, 135) setzen ihr Wachsthum fort; die Dotterkörperchen und Dotterkörner häufen sich noch mehr an, färben sich und schliesslich wird das Ei von einem körnigen, dunklen Dotter (w^1) gebildet, in dessen Mitte sich ein heller, runder, dicker Kern (w^2) zeigt, in welchem man Kernkörperchen nur mit Mühe unterscheiden kann. Ausserdem kann man sich fragen, ob die kreisförmigen Körperchen, die man sieht, nicht dem Dotter angehören, von welchem eine dünne Schicht den Kern überzieht. Die Eier sind von einer durchsichtigen Eihaut (w^3) umgeben. Bisweilen trifft man verdorbene Eier (w^4) an, deren Dotter sich in Kügelchen getheilt hat.

Die Entwickelung der männlichen Säcke (*v*, Fig. 135) ist mehr complicirt. Die Aussenschichten des männlichen Protoplasmas differenziren sich und bilden, indem sie entweder sich auftreiben oder am Umkreise oder selbst im Mittelpunkte (im Winter) zerklüften, kleine kugelige Massen, die sich an der Peripherie (v^1) sammeln. Während die centrale Protoplasmasse mit ihrem Kern (v^2) resorbirt wird, entwickeln die Peripheriekügelchen dickere Körner, verlängern sich, indem sie die Gestalt von Spindeln (v^3) annehmen, und am Ende bilden die Centralkörner die Köpfe der Samenthierchen, während die Spindelenden Streifen zeigen, die immer ausgeprägter werden, und schliesslich die Schwänze der Samenthierchen bilden. Diese bestehen im Reifezustande aus einem kleinen, rundlichen, kaum etwas angeschwollenen Kopfe und einem ziemlich langen, aber sehr feinen Schwanze.

Wir müssen die Aufmerksamkeit künftiger Beobachter auf Thatsachen lenken, welche wir nicht vollständig haben aufklären können.

Bei gewissen Individuen sieht man in dem engen, dreieckigen Raume zwischen der Körperwand, den Rändern des Ganglions und des Seitennervs sehr blasse, wenig deutliche Gebilde (*x*, Fig. 126), welche bald das Aussehen Schlingen bildender Canäle, bald dasjenige kleiner runder Taschen mit centralen Höhlungen und verdickten Rändern besitzen. Bei anderen Individuen sieht man diese Räume vollkommen durchsichtig und anscheinend homogen ohne Spuren von Canälen, Taschen oder Lücken. Schnitte (*x*, Fig. 128) weisen zellenartige Räume mit weiten Maschen auf, aber oft haben diese Theile

auch das Aussehen sehr weiter, gewundener Canäle, so dass sie Schnitten gewisser Drüsen mit weiten und gewundenen Röhren ähneln. Wir haben unsere Studien nicht lange genug durch die verschiedenen Jahreszeiten verfolgen können, so dass wir nicht zu sagen vermögen, welchem Zustande des Thieres das so verschiedene Aussehen dieser Körpergegend entspricht: aber da sich beinahe unmittelbar hinter den Ganglien die ersten wahrnehmbaren Geschlechtssäcke zeigen, so sind wir geneigt zu glauben, dass diese Gebilde mit der ersten Entwickelung der Geschlechtssäcke in Beziehung stehen. Vielleicht entsprechen diese Räume auch den von Mc. Intosh an Lineus beschriebenen Gefässmaschen, aber wir haben uns nicht von einer Verbindung mit den Gefässstämmen überzeugen können.

Wir verwechseln übrigens diese räthselhaften Gebilde nicht mit Wassergefässcanälen mit Wimperflammen, denn trotz aller Anstrengungen, die wir während eines Monates auf unsere Untersuchungen verwendeten, haben wir keine Spur von solchen Canälen bei unserem Tetrastemma finden können.

Nach dem Hauptwerke von Mc. Intosh, welches alle über die Schnurwürmer bis 1874 veröffentlichten Arbeiten zusammenfasst, bieten die Enopla sehr wenig wesentliche Verschiedenheiten mit unserem Typus, dem *Tetrastemma flavidum*, dar. Die Proportionen der verschiedenen Theile wechseln unendlich, aber die grossen Organisationszüge erhalten sich bei allen und die hervorgehobenen Verschiedenheiten beschränken sich häufig auf materielle Schwierigkeiten bei der Beobachtung oder auf aus einander gehende Deutungen der Beobachter. Wir können daher zu den Anopla übergehen, bei denen sich bedeutendere Verschiedenheiten darbieten. Bei der Mehrzahl dieser letzteren (*Lineus*, *Borlasia*) finden wir drei Muskelschichten des Körpers, eine äussere Längsschicht, in welche die Zellenbildungen der Epidermis eingepflanzt sind, eine mittlere Kreisschicht und eine innere Längsschicht; aber es existiren Uebergangsformen, denn bei *Cephalothrix* und *Carinella* fehlt die äussere Längsschicht wie bei den Enopla. Der Rüssel der Anopla ist sehr verschieden gebaut. Die Stiletkammer mit den Seitensäcken, das mittlere Stilet und der Muskelvorhof fehlen vollständig; der Rüssel besteht gewöhnlich (*Lineiden*) nur aus zwei Theilen, einem breiteren Vordertheile und einem Hintertheile, der als Blindsack endigt und von einem Zurückzieher gehalten wird. Der innere Ueberzug, übrigens manchen Schwankungen je nach den Arten unterworfen, ist merklich der gleiche auf der ganzen Länge des Rüsselrohres und man bemerkt oft an seiner Basis (*Meckelia*) eine mächtige Drüsenschicht. In den meisten Fällen ist der Rüssel viel länger als der Körper, und im Innern in schlangenförmige Windungen gelegt. Die Lineiden stossen ihn ganz heraus, ohne ihn umzustülpen, wie dies die Enopla thun. Der Mund der Anopla bildet eine Längsspalte, die immer hinter den Ganglien und oft (*Lineus lacteus*, *Valencinia lineformis*) sehr weit nach hinten gelegen ist. Die Speiseröhre ist wie bei den Enopla gebaut. Der Darm weist innere Flimmerhaare auf; die Blindsäcke und die Dissepimente sind sehr ausgeprägt. Die Ganglien sind schmäler und weiter von einander entfernt als bei den Enopla; die oberen Theile bedecken beinahe vollständig die unteren, von denen die Nerven ausgehen; die untere Commissur ist beträchtlicher als die obere. Die Seitennervenstämme sind zwischen der Kreismuskelschicht und

der inneren Längsschicht gelegen. Bei anderen finden sie sich unmittelbar unter der Haut (*Carinella*). Man hat bei vielen Arten eine enge Endcommissur der Seitenstämme nachgewiesen. Die Augenflecken fehlen häufig; sie sind übrigens wie bei den Enopla angelegt, von welchen einige auf einer der Flächen des Fleckes einen lichtbrechenden Körper besitzen. Die Wimperfurchen sind bei den Lineiden in zwei Längsspalten umgewandelt, welche an den Seiten des Kopfendes beginnen und sich hinten erweitern, um an den Seitenorganen zu endigen. Diese Bildungen mangeln bei *Cephalothrix* und *Malacobdella* vollständig, desgleichen die Seitenorgane, die bei den anderen in Gestalt rundlicher Säcke mit Drüsenwänden existiren, zu welchen von dem Grunde der Seitenspalte aus ein trichterförmiger, stark wimpernder Canal hinführt. Die Säcke sind hinter den Ganglien gelegen und bedecken den Ursprung der grossen Seitennerven, während bei den Enopla die Organe vor die Ganglien gelagert sind. Hubrecht betrachtet sie als wesentliche Bestandtheile des Centralnervensystems. Das Kreislaufsystem ist bedeutend entwickelt, besonders bei gewissen Lineusarten, wo die Gefässe sich bisweilen als sehr weite Höhlungen oder als breitmaschige Netze in der Umgebung der Ganglien darbieten. Die drei Stämme der Enopla scheinen indessen immer vorhanden zu sein, aber ausser der Kopf-, Ganglien- und hinteren Anastomose sind noch zahlreiche Querverbindungen hergestellt, die der Gefässanordnung ganz und gar das Aussehen der Segmentalanlage der Ringelwürmer geben (*Lineus gesseriensis*, *sanguineus*). Die Theile des Systems um die Ganglien herum sind häufig zu Behältern erweitert, welche die Ganglien mehr oder weniger umschliessen. Einige Arten von *Borlasia* sollen Zwitter sein; man kann voraussetzen, dass die Forscher Samensäcke mit noch ungetheiltem Protoplasma und hellen Kernen für Eier gehalten haben, denn, wie wir es erwähnt haben, ist die Bildung der unentwickelten Geschlechtsproducte bei beiden Geschlechtern anfangs vollkommen die gleiche. Bei einigen Arten der Enopla (*Prosorhochmus*, *Tetrastemma obscurum*) entwickeln sich die Eier in den erweiterten Eisäcken und die entstandenen Embryonen halten sich sogar während einiger Zeit in dem mütterlichen Körper auf. Alle anderen Schnurwürmer entleeren die Samenthierchen und die Eier durch die beschriebenen Canäle. Die Eier kleben häufig an einander. Die Entwickelungsart ist in beiden Abtheilungen verschieden. Die Enopla machen keine Metamorphose durch; die Anopla dagegen weisen Larven auf, die zwar nach Barrois denselben Grundtypus besitzen, aber dennoch ziemlich verschiedene Uebergangsformen darbieten, von einer einfachen Wimperhülle an, die abgeworfen wird (Desor'sche Larve), bis zu einer sehr sonderbar gestalteten Form, die *Pilidium* genannt wird, und in deren Innern sich der junge Schnurwurm ausbildet.

Die noch zu lösende Hauptfrage ist diejenige der Wassergefässcanäle, die von Max Schultze und v. Kennel an mehreren Arten der beiden Abtheilungen (*Tetrastemma obscurum*, *Drepanophorus*, *Malacobdella*) nachgewiesen wurden, während man sie bei der grossen Mehrheit der anderen, wie bei unserem *Tetrastemma flavidum*, noch nicht hat finden können. Es wäre wohl möglich, dass wie bei den Strudelwürmern es Arten giebt, welche sie besitzen, während andere sie entbehren.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der Schnurwürmer sind schwierig zu bestimmen. Wenn sie durch die Anwesenheit einer allgemeinen mit Wimperhaaren versehenen Körperdecke mit den Strudelwürmern übereinstimmen, muss man hinwiederum gestehen, dass alle anderen Organisationszüge, das Nervenhalsband, der Rüssel, die Aftermündung, die Seitenorgane, das Kreislaufsystem, die Concentrirung der Geschlechtsorgane diese Ordnung bedeutend von derjenigen der Strudelwürmer und ihren Abkömmlingen, den Tre-

matoden und Cestoden, entfernen. Wenn man in Erwägung zieht, dass die Existenz von Wimperhaaren an der Körperoberfläche so zu sagen ein allgemeines Merkmal für die frei lebenden niederen Organismen ist, eine Thatsache, welche nur durch Anpassungen verwischt wird, die dem Parasitismus, der festsitzenden Lebensart oder anderen im Verlaufe der Zeit erworbenen Bewegungsarten zugeschrieben werden müssen, so kann man diesem Charakter keine besondere Wichtigkeit für die Bestimmung der Verwandtschaftsverhältnisse beilegen. Die Lücke zwischen den Strudel- und den Schnurwürmern wird nicht einmal durch die Ontogenie ausgefüllt, denn die bekannten Larven gewisser Seeplanarien lassen sich nur mit einer gewissen Willkür dem Plane anpassen, der sich in den Pilidien der Schnurwürmer kund thut. Es ist noch die Frage, ob man die Pilidien den bekannten Larven der Sternwürmer nähern darf; in allen Fällen weist die Entdeckung der so sonderbaren männlichen Individuen von Bonellia vielleicht auf solche Beziehungen hin. Endlich bilden durch mehrere Merkmale die Malacobdellen wohl eine Zwischenform zwischen den Anopla und den Blutegeln, welche aber, beeilen wir uns, es zu sagen, noch durchaus zu den Schnurwürmern gehört. Aber diese Schmarotzerform besitzt einen geräumigen hinteren Saugnapf, mittelst welchem sie sich in der Mantelhöhle der Muscheln, auf denen sie lebt, befestigt; sie besitzt weder Wimperspalten noch Seitenorgane; die Anordnung ihres gewundenen Darmes und ihres Nervensystems entfernt sich bedeutend von der bei den übrigen Schnurwürmern gewöhnlichen. Es bestehen also hier Anzeichen einer Annäherung an einen anderen Typus.

Im Ganzen betrachten wir die Schnurwürmer als eine ziemlich einheitliche Gruppe, die aber unter den anderen Plattwürmern einen besonderen Stamm bildet und nicht ohne Willkür auf irgend eine der anderen Gruppen dieser Classe zurückgeführt werden kann.

Literatur. A. de Quatrefages, *Mémoire sur la famille des Némertines. Ann. Sc. natur.*, Serie 3, Bd. VI, 1846. — E. Claparède, *Annélides et Turbellariés observés dans les Hébrides. Mém. Soc. de physique de Genève*, Bd. XVI, 1861. — Ders., Beobachtungen zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere, Leipzig 1863. — W. Keferstein, Untersuchungen über niedere Thiere, Zeitschr. wissen. Zoologie, Bd. XII, 1862. — A. F. Marion, *Animaux inférieurs du golfe de Marseille. Ann. Sc. natur.*, Serie 5, Bd. XVII, 1873. — Ders., Supplement, Ebend., Serie 6, Bd. I, 1874. — W. C. Mc. Intosh, *A Monography of the British Annelids. Part I, Nemertians.* Zwei Theile. *Ray Society*, London, 1872 bis 1874. — Hubrecht, Untersuchungen über Nemertinen aus dem Golfe von Neapel. Niederl. Arch. f. Zoolog., Bd. II. — Th. Barrois, *Mémoire sur l'embryologie des Némertes*, Paris 1877. — J. v. Kennel, Beiträge zur Kenntniss der Nemertinen. Arbeit d. Zoolog. Institutes in Würzburg, Bd. IV, 1878. — A. A. W. Hubrecht, Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen, Amsterdam, Akad. der Wissenschaften, Verh., Bd. XX, 1880. — Ders., *The peripheral nervous-system in Palaeo- and Schizonemertini, one of the layers of the body wall*, Microsc. Journ., *Vol.* XX, N. S. XXXII, 1880. — A. Sabatier, *Revue des Sciences natur.*, Montpellier, 3. Serie, *Vol.* II, 1882.

Ordnung der Egel (*Discophori, Hirudinei*).

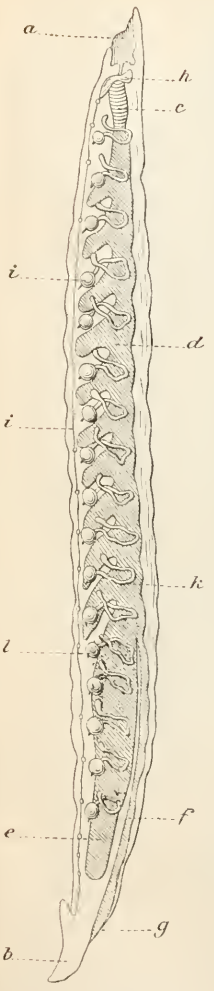
Die Thiere, welche diese Gruppe bilden, werden in den Lehrbüchern der Zoologie bald zu den Plattwürmern, bald zu den Ringelwürmern gestellt. Ohne leugnen zu wollen, dass durch mehrere Merkmale, ihre Entwickelungsweise, ihr Gefässsystem und besonders durch ihre Ausscheidungsorgane, die Egel sich diesen letzteren sehr nähern, müssen wir indessen bemerken, dass die vollständige Abwesenheit von Borsten an ihrer Körperoberfläche, die Saugnäpfe, mit denen sie versehen sind, die Anlage ihres Darmes, der sich in symmetrische Blindsäcke verlängert, ihr Geschlechtssystem und die bisweilen abgeflachte Form (Clepsine) ihres Körpers, ebenfalls von einem hohen Verwandtschaftsgrade mit den Plattwürmern überhaupt, und besonders mit den Saugwürmern Zeugniss ablegen. Deshalb beschreiben wir sie an dieser Stelle.

Die Egel sind platte oder unvollkommen cylindrische Würmer, die undeutlich oder gar nicht gegliedert sind und denen Bewegungsanhänge fehlen. Sie besitzen eine vordere Sauggrube, die zu gleicher Zeit als Saugnapf und als Haftorgan dient, und eine hintere Haftscheibe, die ausschliesslich zum Anheften dient; eine bauchständige Gangliennervenkette; einen Verdauungscanal, der seitliche Blindsäcke, einen bauchständigen, im Grunde des vorderen Saugnapfes sich öffnenden Mund und einen rückenständigen, in der Nähe der hinteren Haftscheibe ausmündenden After zeigt; ein durch Lückenräume vervollständigtes Blutgefässsystem; paarige, symmetrisch an den Körperseiten liegende Ausscheidungsorgane. Sie sind Zwitter und legen Eier, die mittelst einer schleimigen Substanz an einander kleben (Cocon). Sie sind alle äusserlich schmarotzende Thiere (Ectoparasiten).

Typus: *Hirudo medicinalis L.* — Diese Art, welche eine grosse Anzahl von den Zoologen unterschiedene Varietäten besitzt, ist die gemeinste unter allen Egeln. Man trifft sie in Sümpfen, Teichen und kleinen Bächen an; ihre Verwendung in der Medicin macht es leicht, sich dieselbe bei den Apothekern zu verschaffen.

Der Körper des Blutegels ist halb cylindrisch, plattgedrückt und abgeflacht auf der Bauchseite; seine Länge schwankt von 15 zu 20 cm in seinem grössten Ausdehnungszustande, zwischen 4 bis 6 cm im Zustande der Contraction. Sein Durchmesser erreicht sein Maximum in der Mitte des Körpers und nimmt fortschreitend gegen die beiden Enden hin ab. Sein Vorderende wird von einem der Länge nach gespaltenen löffelförmigen Saugnapf gebildet, an welchem man eine lanzettförmige Vorderlippe und eine Hinterlippe unterscheiden kann; im Grunde dieses Saugnapfes befindet sich der Mund. Sein Hinterende

Fig. 136.



Hirudo medicinalis. Schematischer Längsschnitt, um die allgemeine Anordnung der Organe zu zeigen. (Nach Leuckart.) *a*, Mundsaugnapf; *b*, hinterer Saugnapf; *c*, Schlundkopf; *d*, Magen; *e*, Endblindsäcke; *f*, Mastdarm; *g*, After; *h*, Speiseröhrering; *i*, Nervenkette; *k*, Drüsen der Ausscheidungsorgane; *l*, Blasen der Ausscheidungsorgane.

wird ebenfalls durch einen Saugnapf (Haftscheibe) gebildet, welcher grösser ist als der vordere, die Gestalt einer runden Scheibe hat und vom übrigen Körper durch eine leichte Einschnürung getrennt ist; er ist nicht durchbohrt. Mittelst dieser beiden Saugnäpfe heftet sich das Thier an und bewegt sich, indem es zuerst den vorderen anheftet, dann den Körper nachzieht, um die hintere Saugscheibe sehr nahe zu der vorderen zu bringen und so fort.

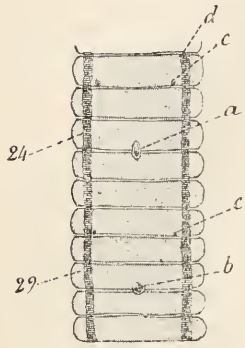
Mit blossem Auge oder besser noch unter der Lupe constatirt man, dass die Körperoberfläche durch eine grosse Anzahl feiner Ringelungen quer gefurcht ist. Diese Abschnitte entsprechen der inneren Segmentirung nicht und sind nur Hautrunzeln. Auf der Rückenfläche, an der Spitze der Einschnürung, welche die hintere Saugscheibe vom übrigen Körper scheidet, wird der After (*g*, Fig. 136) wahrgenommen. Auf der Bauchseite, an der Grenze des vierundzwanzigsten und fünfundzwanzigsten Ringes sieht man die männliche Geschlechtsöffnung, aus welcher die Ruthe bisweilen in Gestalt eines kleinen weissen Fadens hervorragt und fünf Ringe weiter, zwischen dem neunundzwanzigsten und dreissigsten, befindet sich die weibliche Geschlechtsöffnung (*a* und *b*, Fig. 137, a. f. S.). Endlich auf den Seiten und dem hinteren Rande gewisser Ringe und zwar auf den Grenzen der breiten, schwarzen Längsstreifen nimmt man sehr feine Oeffnungen wahr, aus welchen ein leichter Druck eine weissliche Substanz heraustreten lässt: es sind die Mündungen der Blasen des Ausscheidungsapparates (*c*, Fig. 137). Sie sind in regelmässigen Zwischenräumen von je fünf Ringen von einander gelegen.

Das ist alles, was man aussen sehen kann. Wir bemerken nur noch, dass der Leib des Blutegels immer schlüpfrig ist; er ist mit einem von zahlreichen Hautdrüsen abgesonderten

Schleime überzogen. Man muss den Blutegel immer gut abwischen, um ihn von diesem Schleime zu befreien, bevor man ihn secirt.

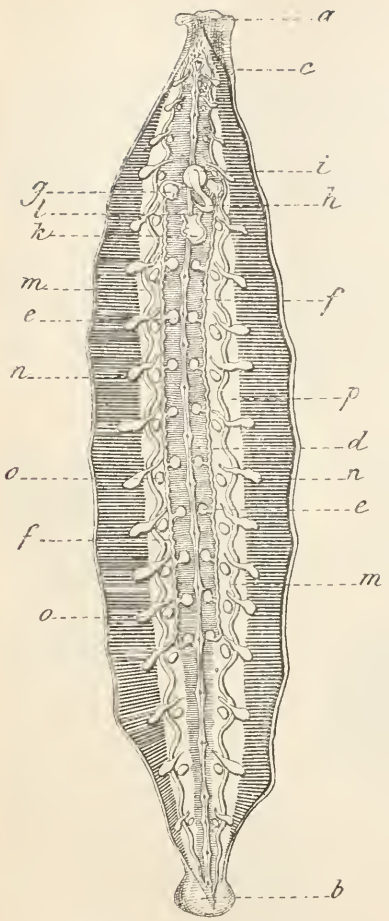
Zergliederung. — Um den Blutegel zu zergliedern, tödtet man ihn durch Eintauchen in kochendes Wasser, aus welchem man ihn sofort herauszieht (ein zu langes Verweilen würde ihn hart machen), oder noch besser durch Chloroform. Dann befestigt man ihn unter Wasser auf eine Korkplatte, indem man ihn so viel wie möglich mittelst zweier Stecknadeln, von denen die eine vorn, die andere hinten befestigt wird, ausstreckt. Man öffnet den auf dem Bauche liegenden Egel mittelst eines längs der Mittellinie der Rückenfläche geführten Schnittes. Wenn man vermeiden will, dass der Darm zerreisst, dessen Wände direct an den Körperdecken angeheftet sind, (es existirt keine Leibeshöhle), so muss man dafür Sorge tragen, dass das Scalpel nicht zu tief eindringt. Immerhin, es sei denn, dass man ein besonderes Präparat nach dem Verfahren, welches wir weiter unten angeben werden, herstellen will, wird man den Verdauungscanal opfern müssen, um die Nervenkette, die Geschlechtsorgane, die grossen Seitenblutgefässe, das Ausscheidungssystem zur Anschauung zu bringen oder um mit einem Worte das Präparat zu erhalten, das wir in Fig. 138 abgebildet haben und mit welchem sich der Anfänger zuerst beschäftigen soll. Demnach ergreift man, wenn einmal die Rückenseite aufgeschnitten ist, nach und nach mit der Pincette die Ränder der Spalte, zieht dieselben soviel wie möglich aus einander und befestigt sie jederseits mittelst zahlreicher Stecknadeln auf der Platte. Der zerrissene Darm bietet sich (nachdem man sorgfältig das fremde Blut, das er enthält, ausgewaschen hat) in Gestalt einer weisslichen Haut dar, die man sorgfältig mit der Pincette und dem Secirmesser ablöst, indem man vermeidet, die Organe, welche sie bedeckt, zu zerreissen. Diese Operation, die nicht schwierig ist, verlangt Geduld. Wenn sie beendigt ist, kann man noch die Organe, Hoden, Ausscheidungsapparate u. s. w. von den Muskel- und Bindegewebebändern, welche sie beschützen, isoliren und so ein anatomisches Präparat herstellen, das sich auf ein Brettchen befestigen, im Alkohol aufbewahren

Fig. 137.



Hirudo medicinalis. Bauchseite der vorderen Körpergegend, unter der Lupe die Mündungen der Geschlechts- und Ausscheidungsorgane zeigend. *a*, männliche Geschlechtsöffnung, auf den Grenzen des 24. und 25. äusseren Segmentes mündend; *b*, weibliche Geschlechtsöffnung, an den Grenzen des 29. und 30. Segmentes gelegen; *c*, Mündungen der Blasen der Ausscheidungsorgane, die sich paarweise auf jedem fünften Segmente wiederholen; *d*, seitliche, schwarz pigmentirte Zonen.

Fig. 138.



Hirudo medicinalis. Längs der Rückenseite aufgeschnitten und auf der Bauchfläche ausgebreitet (von den Rändern des Schnittes wird angenommen, dass sie durch Stecknadeln auf einer Korkplatte befestigt sind). Der Darmcanal wurde entfernt, um die Ganglienkette, das Geschlechts- und Ausscheidungssystem zur Ansicht zu bringen. *a*, vorderer Saugnapf; *b*, hintere Haftscheibe; *c*, weissliche Masse der Schlundkopfmuskeln und der Speicheldrüsen; *d*, Nervenkette; *e*, Hoden; *f*, Samenleiter; *g*, Nebenhoden; *h*, Ruthe; *i*, Vorsteherdrüse; *k*, Scheide; *l*, Eierstöcke; *m*, Seitenblutgefässe; *n*, Drüsen des Ausscheidungsapparates; *o*, Bläschen des Ausscheidungsapparates; *p*, hellere, wenig pigmentirte Zonen.

und als Demonstrationsobject verwenden lässt (s. die Erklärung zu der Fig. 138). Aber wie diese Figur es anzeigt, lässt die einfache Secirung allein nur die hauptsächlichen Organsysteme zur Anschauung gelangen. Um die Structureinzelheiten und in vielen Fällen die wahren Beziehungen zwischen den Organen kennen zu lernen, muss man Einspritzungen, von welchen wir weiter unten sprechen werden (s. Gefässsystem) und Schnitte in den drei Dimensionen zu Hülfe nehmen.

Da die Gewebe des Blutegels sehr dicht sind, genügt es in den meisten Fällen, um ihn zu härten, wenn man ihn direct in Alkohol taucht, nachdem man ihn zwischen zwei Glasplatten befestigt hat, um zu verhindern, dass er sich nicht aufrollt. Die numerirten Schnitte werden reihenweise geordnet in Glycerin oder in Canadabalsam aufbewahrt. In diesem letzteren Falle muss man sie färben, da sie der Balsam sehr durchsichtig macht. Boraxcarmin, neutraler oder Pikrocarmin u. s. w. haben uns sehr gute Resultate geliefert. Um sehr feine Schnitte an gewissen Organsystemen zu erhalten, ist die Einschliessung in Paraffin erforderlich; das Thier muss alsdann in Bruchstücke zer-

schnitten werden, welche man in Bausch und Bogen färbt. Wir werden übrigens in der folgenden Beschreibung noch auf einige technische Einzelheiten zurückkommen.

Parenchym und Körperdecken. — Die Körperdecke des Blutegels hängt innig mit den darunter liegenden Bindegewebe- und Muskelschichten zusammen. Sie ist von ziemlich starker, elastischer Beschaffenheit und immer mit einer schleimigen und klebrigen Substanz überzogen, die den Körper schlüpfrig macht und von einzelligen Drüsen abgesondert wird. Man kann in ihr zwei Hauptschichten unterscheiden:

1. Die Epidermis (*a*, Fig. 139), die von einer Schicht säulenförmiger Zellen gebildet wird. Diese Zellen, die man leicht an während der Häutung abgefallenen Fragmenten der Oberhaut studiren kann,

Fig. 139.

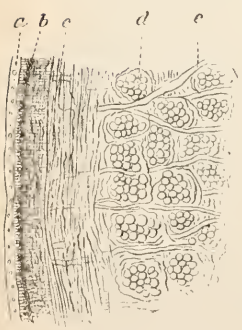


Fig. 140.

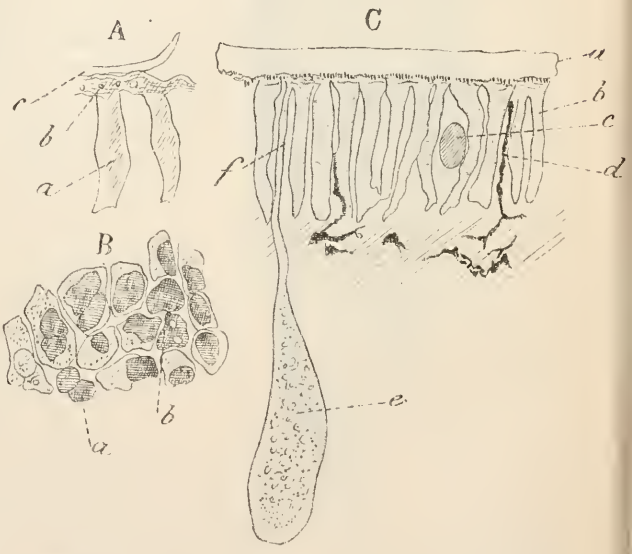


Fig. 139. — *Hirudo medicinalis.* Fragment eines Querschnittes, um die Anordnung der Haut- und Muskelschichten zu zeigen. *a*, Epidermschicht, von einer sehr dünnen structurlosen Oberhaut bedeckt; *b*, Pigmentschicht; *c*, Schicht der Kreismuskelfasern; *d*, Längsmuskelbündel; *e*, Quer- oder Bauchrückenmuskeln.

Fig. 140. — *Hirudo medicinalis.* Schnitte der Epidermis. (Nach Ray-Lankester.) *A*, hammerförmige Zellen, ihren Stiel *a*, ihre ausgebreitete Partie *b* und die structurlose Oberhaut *c* zeigend, der diese Zellen anhangen. *B*, Vorderansicht der gleichen Zellen, die Kerne *a* und eine durch die Mündung der einzelligen Drüsen durchbohrte Zelle *b* zeigend (nach Maceration in doppeltchromsaurem Kali und Färbung mit Pikrocarmin). *C*, verticaler Schnitt der Epidermis. *a*, Cuticula; *b*, Schicht der hammerförmigen Zellen; *c*, Durchschnitt eines intra-epithelialen Capillargefässes; *d*, Pigmentfortsätze, die sich zwischen die Epithelialzellen einschieben; *e*, einzellige Drüse; *f*, ihr Ausführungsgang.

haben die Gestalt kleiner Hämmer (*A* und *C*, Fig. 140), deren Stiel nach Innen gerichtet ist und die neben einander gestellt sind, wie es die Fig. 140 *C* zeigt. Einige dieser Zellen (*B*, Fig. 140) scheinen von der Oeffnung des Ausführungscanales der tiefer gelegenen Drüsen (*C*, *e*) durchbohrt zu werden; dieser Canal dringt zwischen die Stiele der Zellen ein und endigt sich auf ihrem abgeplatteten Theile. Von oben gesehen bilden die Köpfe der hammerförmigen Zellen eine Art Mosaik (*B*, Fig. 140). Die Zellenschicht, von der soeben die Rede war, ist von einer structurlosen Haut, einer Cuticula überzogen (*A* und *C*, *c*, Fig. 140); sie wird von einem Netze sehr feiner Blutcapillargefässe durchzogen (*C*, *c*, Fig. 140). Zwischen die Stiele der Hämmer dringen hier und da Pigmentfortsätze (*C*, *d*, Fig. 140), sowie Bindegewebe. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die reichliche Blutcirculation in diesen oberflächlichen Hautregionen eine Art Hautathmung erleichtert, denn man kennt gerade beim Blutegel kein differenzirtes Athmungsorgan.

In gewissen Zeiträumen, besonders wenn das Thier vor Kurzem Nahrung eingenommen hat, hebt sich die Epidermis ab und der Blutegel wirft sie durch die peristaltischen Bewegungen seines Körpers ab (Häutung).

2. Die Haut, die aus einer Pigmentschicht, aus Bindegewebe und mehreren Muskelschichten besteht.

Die Pigmentschicht (*b*, Fig. 139), gelb, braun, grün, schwarz u. s. w. ist mehr oder weniger dick und auf dem grössten Theile des Körpers zusammenhängend. Sie wird sehr dünn und fehlt bisweilen auf der Bauchseite vollständig, während sie ihr Maximum an Dicke auf der Rückenseite erreicht, besonders längs der gefärbten Mittel- und Randstreifen, welche der Länge nach auf dem Rücken hinziehen. Diese Schicht ist nicht eben, sie schiebt zahlreiche Fortsätze zwischen die Epidermzellen und auch zwischen die Muskelbündel hinein; sie wird von Blutcapillargefässen und Fortsätzen des Netzes der Pigmentgefässe durchzogen, deren Existenz wir hervorheben werden, wenn wir uns mit dem Gefässsystem beschäftigen.

Das Bindegewebe wird von einer lockeren und weichen Grundsubstanz gebildet, in welcher man zahlreiche Fasern und spindelförmige Zellen mit körnigem Inhalte und einem Kern bemerkt. Dieses Gewebe bildet das Parenchym des Körpers; es füllt alle Lückenräume zwischen den Organen aus.

Unter der Pigmentschicht erscheinen die Muskeln, mit denen der Blutegel reichlich versehen ist. Man kann sie gut an mit kochendem Wasser getödteten Individuen studiren, die man lange in Müller'scher Flüssigkeit hat maceriren lassen. Sie zeigen sich auch auf Schnitten sehr deutlich.

Die Muskelfasern werden von langen spindelförmigen Zellen gebildet, die spitz ausgezogene und bisweilen pinselförmig verzweigte

Enden besitzen, an einander kleben und in deren Mittelpunkte sich ein eiförmiger Kern zeigt. Sie sind im ganzen Körper, besonders aber im Vordertheile, um den Schlund herum u. s. w. leicht zu isoliren. Hier und da zeigen diese Muskelzellen eine sehr deutliche Querstreifung.

Die äusserste Schicht ist eine Schicht von Kreismuskeln (*c*, Fig. 139), deren Bündel an gewissen Punkten sowohl durch Pigmentgefässe, als auch durch die Enden der Bündel der schrägen und Bauchrückenfasern, welche sich an der Haut ansetzen, durchsetzt werden. Die innere Schicht wird von mehreren Bündeln von Längsfasern gebildet, deren Durchschnitte die Fig. 130 bei *d* zeigt. Diese Längsfasern erstrecken sich über die ganze Körperlänge und treten gegen die Enden hin zusammen, um in den Saugnäpfen zu endigen. Da wir diese letzteren erwähnen, so wollen wir auch gleich beifügen, dass sie ausser den Kreis- und Längsfasern ein vollständiges System von radiären Fasern darbieten.

Schliesslich constatirt man im ganzen Körper die Existenz zahlreicher Bündel von queren (*c*, Fig. 139), schiefen und Bauchrückenmuskeln, welche dazu dienen, den Körper zusammen zu schnüren oder abzuflachen oder welche sich zu einem besonderen Zwecke an den Wänden gewisser Organe inseriren, wie dies für die Eigenmuskeln des Schlundes u. s. w. der Fall ist.

Unter der Haut, sowie zwischen den Muskelbündeln, welche nahe bei den Geschlechtsorganen liegen, trifft man zahlreiche Drüsenzellen an, die kugelig, ei- oder birnförmig (*c*, Fig. 140) und mit einem einfachen, selten gabeligen Ausführungscanale versehen sind. Die Ausführungsgänge der in den oberflächlichen Schichten gelegenen Drüsen wenden sich gegen die Epidermis, durchbohren die hammerförmigen Zellen, wie wir erwähnt haben, und münden nach aussen. Es sind dies die Schleimdrüsen; Leuckart unterscheidet zwei Modificationen derselben; die einen sind durch einen körnigen Inhalt charakterisirt, überall in den peripherischen Körperschichten zerstreut und sondern den Schleim, von dem wir gesprochen haben, ab. Die anderen sind heller, durchsichtiger, tiefer um die Geschlechtsöffnungen herum gelegen; sie sondern in der Legezeit die schleimige Substanz ab, welche die Eier umhüllt und den Cocon bildet, von dem weiter unten die Rede sein wird.

Nervensystem. — Das Nervensystem besteht aus einer Bauchganglienkette (*i*, Fig. 136) und aus peripherischen Nerven.

Die Ganglienkette ist auf der Mittellinie der Bauchseite in einer leichten Vertiefung der Muskelschicht gelegen. Es ist leicht, sie zur Anschauung zu bringen, wenn man das Thier nach der früher angegebenen Weise von der Rückenseite her öffnet. Wenn man den Darm, welcher sie bedeckt, herausgenommen hat, so erscheint sie als schwarzer Strang, denn sie wird auf ihrer ganzen Länge von einem

Blutgefässe und einem sehr dichten Netze von Pigmentgefässen (*d*, Fig. 138) umgeben. Wenn man diese etwas verwickelte Hülle zerreisst, zeigt sich die Kette mit dem Aussehen eines sehr feinen, weissen, von kleinen Knoten, welche die Ganglien vorstellen, unterbrochenen Fadens.

Diese letzteren sind in einer Anzahl von dreiundzwanzig vorhanden, eines in jedem inneren wahren Segment des Thieres; sie sind

Fig. 141.

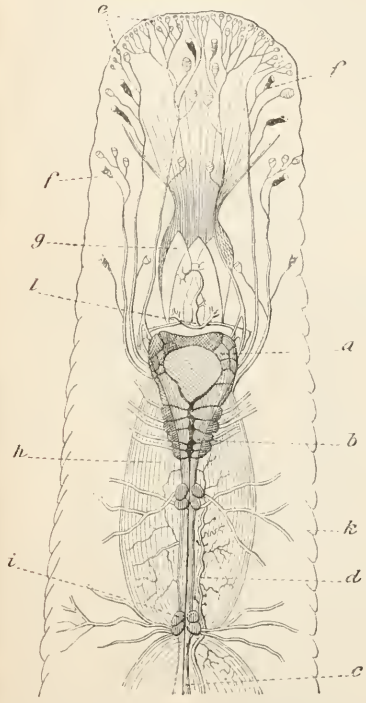


Fig. 142.

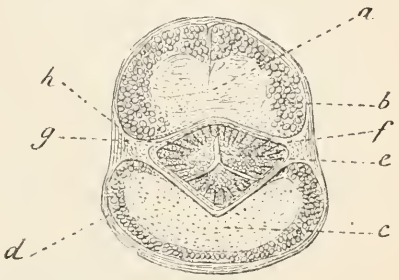


Fig. 141. — *Hirudo medicinalis.* Vorderer Theil der Nervenkette (halbschematische und nach einer Zeichnung von Leydig reducirte Figur). *a*, Gehirn; *b*, Unterschlundganglion; *c*, Ganglienkette, aus zwei auf der Mittellinie vereinigten Strängen zusammengesetzt; *d*, sympathischer Darmnerv; *e*, becherförmige Sinnesorgane; *f*, Augen; *g*, Kinnladenwülste; *h*, Schlundkopf; *i*, Ganglien der Nervenkette; *k*, Seitennerven; *l*, sympathische Ganglien des Kopfes.

Fig. 142. — *Hirudo medicinalis.* Querschnitt der Schlundganglien, die Anordnung der Zellenelemente zeigend. *a*, eigentliches Gehirn; *b*, Zellenrindenschicht; *c*, Unterschlundganglion; *d*, Zellenschicht dieses letzteren; *e*, Speiseröhre; *f*, radiäre Muskelfasern; *g*, Längsmuskelbündel; *h*, bindegewebige Hülle.

eiförmig, stehen regelmässig von einander ab, ausgenommen an dem Vorder- und Hinterende; sind auch alle von gleicher Dicke, ebenfalls mit Ausnahme der um die Speiseröhre und den After gelegenen Ganglien. Die Untersuchung der Kette unter einer schwachen Vergrösserung ergiebt, dass sie auf ihrer ganzen Länge aus zwei ursprünglich deutlich von einander geschiedenen, nachher auf der Mittellinie einander genäherten Strängen hervorgeht. Jedes Ganglion ist doppelt und die Verbindungsstränge, welche sie vereinigen, sind ebenfalls aus

zwei Bündeln von Nervenfasern zusammengesetzt. In dem Vordertheile, um die Speiseröhre herum, bildet die Ganglienkette einen Nervenring (Fig. 141, a. v. S.), der aus einer viellappigen oberen Masse *a*, dem Gehirn oder Oberschlundganglion und aus einer unteren Masse, die wie die vorhergehende aus der Verschmelzung von mehreren ursprünglichen Ganglien hervorgeht, dem Unterschlundganglion (*b*, Fig. 141 und *e*, Fig. 142, a. v. S.) besteht. Diese beiden Massen sind durch zwei kurze Stränge mit einander verbunden, welche den Schlundring vervollständigen.

Vom Gehirne entspringen die Nerven der Sinnesorgane, welche sich nach vorn wenden und sich theilweise in dem vorderen Saugnapfe verzweigen. Jederseits constatirt man das Vorhandensein von sehr kleinen Nebenganglien, die sich in einen Nerv fortsetzen, welcher sich auf der Rückenfläche der Kinnladenwulst verzweigt, wo er noch mehrere kleine Ganglien aufweist. Diese Anlage hat Leydig unter dem Namen eines sympathischen Nervensystems des Kopfes (*l*, Fig. 141) beschrieben.

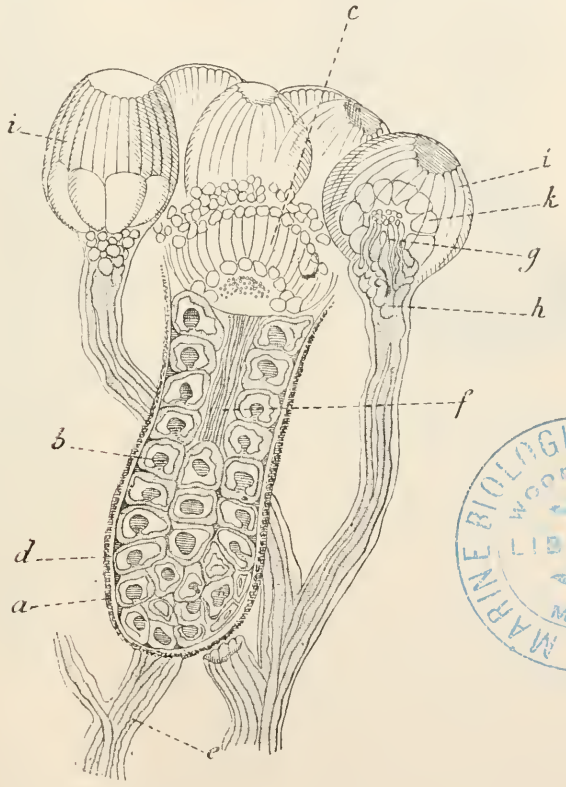
Das Unterschlundganglion giebt auch mehrere Nerven (fünf Paare) ab, die sich in der Unterlippe des Schlundkopfes verzweigen. Was die anderen Ganglien der Kette anbetrifft, so sendet jedes zwei Nervenpaare (*k*, Fig. 141) aus, welche die in dem entsprechenden Segment gelegenen Organe versorgen. Das letzte dieser Ganglien oder Afterganglion macht sich durch seine Grösse bemerkbar; es geht aus der Verschmelzung mehrerer einfachen Ganglien hervor, wie die zahlreichen Nerven beweisen, welche von ihm in die hintere Saugscheibe ausstrahlen.

Zu den Nervenelementen, welche wir soeben erwähnt haben, muss man noch einen doppelten Nervenfaden rechnen, der theilweise längs der Rückenseite der Ganglienkette und in den Darmwänden verläuft. Man kann ihn leicht an abgelösten Fragmenten dieser letzteren sehen. Er bildet ein förmliches Visceralsystem oder einen grossen sympathischen Rumpfnerven, aber trotz der schönen Arbeiten von Leydig scheinen uns seine Beziehungen zu der Ganglienkette und seine Vertheilung in den verschiedenen Organen noch nicht vollständig aufgeklärt (*d*, Fig. 141).

Das Nervengewebe des Blutegels wird von schönen, ei- oder birnförmigen Zellen, welche meistens nur einen einzigen Fortsatz aussenden, und von sehr blassen und durchsichtigen Röhrenfasern gebildet. Die Zellen sind nicht auf die Ganglien beschränkt; man trifft solche hier und da längs des Verlaufes der Fasern an. In den Ganglien bilden sie eine oberflächliche Lage, die Rindenzone, in welcher man mehrere über einander gelegte Schichten antrifft, wie man auf unserer Fig. 142 sieht, welche einen Querschnitt des Schlundringes darstellt.

Sinnesorgane. — Die wichtigsten und am besten entwickelten dieser Organe sind die Augen. Der Blutegel besitzt deren zehn, die auf den ersten Ringen des vorderen Körpertheiles gelegen sind (*f*, Fig. 141). Wenn man sie mit blossem Auge untersucht, so erscheinen sie als kleine, schwarze Flecken. Ihr anatomisches Studium kann nur an sehr feinen Schnitten in den verschiedenen Dimensionen vorgenommen werden; es verräth an ihnen einen sehr verwickelten Bau. Jedes Auge besteht aus einem kleinen cylindrischen Becher (Fig. 143), der durch eine dicke Pigmentschicht, die Choroidea (*a*), und durch eine farblose, festere Wand, die Sclerotica (*d*, Fig. 143

Fig. 143.



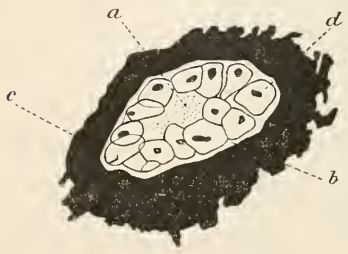
MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Hirudo medicinalis. Auge und becherförmige Sinnesorgane, das Auge ist der Länge nach durchschnitten. (Nach Leydig.) *a*, Choroidea; *b*, innere helle Zellen; *c*, Epidermzellen; *d*, Sclerotica; *e*, Sehnerv; *f*, Fasern des Sehnerven; *g*, Endigungsbüschel geknöpfter Fasern an der Basis der becherförmigen Organe; *h*, Portion der geknäuelten Nervensubstanz, etwas vor der Auflösung in Fasern; *i*, modificirte Epidermzellen; *k*, lichtbrechende, kranzartig gestellte Zellkörperchen.

und *b*, Fig. 144) begrenzt wird. Das Innere des Bechers ist mit grossen hellen, dickwandigen und durchsichtigen Zellen (*d*) erfüllt, welche einen dicken Kern enthalten. Diese Zellen spielen wahrscheinlich die Rolle von Krystalllinsen. Eine eigentliche Netzhaut, welche wie bei den höher organisirten Thieren den Grund des Auges auskleidet, existirt nicht, sondern der Sehnerv dringt in die Masse der durchsichtigen Zellen hinein, in deren Axen man seine Fäserchen wahrnimmt (Leydig). Diese Fasern setzen sich bis unter die Schicht der cylindrischen Epidermzellen (*c*, Fig. 143) fort, welche die Oeffnung des Augenbechers bedecken. Die Sehnerven entspringen aus dem Gehirn. Obgleich die Augen in die Körperdecken eingesenkt sind, ist es wahrscheinlich, dass die Zusammenziehbarkeit der letzteren ihnen erlaubt, einige Bewegungen auszuführen.

Ausser den Augen hat Leydig in ihrer Nähe auf der Oberlippe unter dem Namen von becherförmigen Sinnesorganen kleine Apparate beschrieben, die wahrscheinlich zum Tasten oder Riechen bestimmt sind. Sie bestehen, wie ihr Name es andeutet, aus kleinen Grübchen oder Bechern (*i*, Fig. 143), deren Wände von modificirten Epidermzellen gebildet werden und deren Grund einen Kranz von grossen hellen Zellen (*k*) enthält. Der Grund des Bechers wird von einem Bündel von Nervenfibrillen durchzogen, die sich in einem keulenförmigen Strausse von Fäden (*g*, Fig. 143) endigen. Wie die Augen, so können auch diese Organe nur an Schnitten studirt werden.

Fig. 144.



Hirudo medicinalis. Querschnitt eines Auges. *a*, Fibrillen des Sehnerven; *b*, Sclerotica; *c*, Choroidea; *d*, innere helle Zellen.

Verdauungssystem. — Der Verdauungscanal des Blutegels bildet ein gerades, an seinen beiden Enden, Mund und After, offenes Rohr, dessen Mitteltheil, welcher am breitesten ist, auf beiden Seiten eine Reihe weiter Blindsäcke trägt (Fig. 145). Man kann an dem Verdauungssysteme drei Gegenden unterscheiden: den Schlundkopf, den Magen und den End- oder Mastdarm.

Der Mund hat die Gestalt eines Trichters, der aus einer Einstülpung des vorderen Körpertheiles hervorgeht. Er wird, wie wir gesagt haben, von einer Vorder- oder Oberlippe in Hufeisengestalt (*b*, Fig. 146) und von einer Hinter- oder Unterlippe (*c*, Fig. 146) begrenzt. In den Wänden dieser Lippen begegnet man ausser den erwähnten Längs- und Kreismuskelfasern noch radiären Fasern.

Wenn sich der Blutegel an seine Beute heftet, so legt er zuerst die Seitenränder der Oberlippe, dann den vorderen Rand derselben und

Fig. 145.

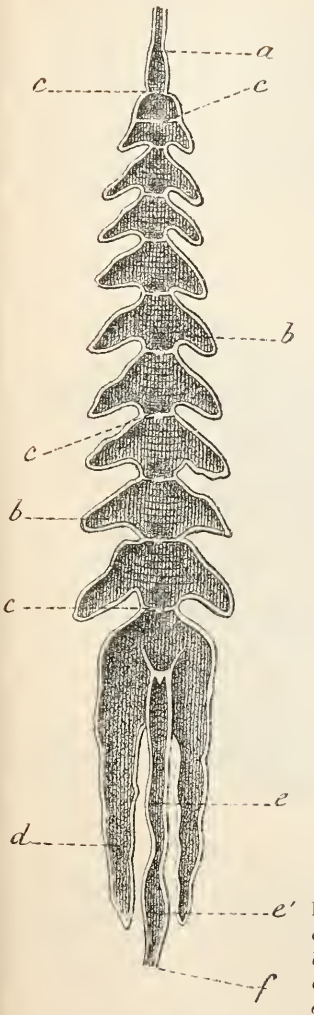


Fig. 146.

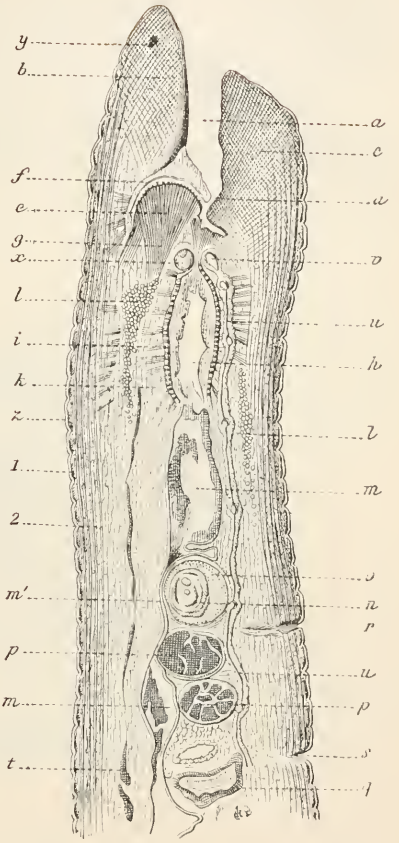


Fig. 145. — *Hirudo medicinalis.* Verdauungscanal (nach Moquin-Tandon). *a*, Schlundkopf; *b*, Magenblindsäcke; *c*, Scheidewände, den Darmcanal in eine Reihe von Kammern theilend; *d*, hintere Blindsäcke; *e*, Darm; *e'*, Mastdarm; *f*, After, auf der Rückenseite sich öffnend.

Fig. 146. — *Hirudo medicinalis.* Sagittalschnitt des vorderen Körpertheiles, nach einem Originalpräparate. *a*, Mundnapf; *b*, Oberlippe; *c*, Unterlippe; *d*, Mundöffnung; *e*, Kinnlade; *f*, Zähne auf dem Rande der Kinnlade; *g*, Kaumuskeln; *h*, Schlundhöhle; *i*, Kreismuskeln des Schlundes; *k*, Ausdehnungsmuskeln des Schlundes; *l*, Speicheldrüsen; *m*, Magen, in der Nähe der Geschlechtsorgane bei *m'* sehr zusammengedrückt; *n*, Ruthe; *o*, Vorsteherdrüse; *p*, Eierstöcke; *q*, Scheide; *r*, männliche Geschlechtsöffnung; *s*, weibliche Geschlechtsöffnung; *t*, Spuren des Rückenblutgefässes; *u*, Nervenkette; *v*, Unterschlundganglion; *x*, Oberschlundganglion; *y*, Auge; *z*, Oberhaut. 1, Pigment; 2, Längsmuskeln.

endlich die Unterlippe fest an die Haut an. Erst dann rückt der Schlundkopf vor und erfüllt den zwischen den Lippen gelegenen trichterförmigen Raum; der Blutegel heftet sich also nicht zuerst mit dem Grunde der Sauggrube, wie man es ehemals glaubte, sondern mit den Lippenrändern derselben an (Carlet).

Im Grunde des Mundes, vor dem Schlundkopfe, nimmt man drei eiförmige Wülste wahr, welche von den drei Kinnladen (*e*, Fig. 146 und *a*, Fig. 147) gebildet werden, deren eine vorn und in der Mitte liegt,

Fig. 147.

Querdurchschnitt von *Hirudo medicinalis*, der die Kinnladen getroffen hat. (Nach einer Zeichnung von D. Monnier reducirt.) *a*, Kinnladen; *b*, Scheide derselben; *c*, Bündel der Bewegungsmuskeln der Kinnladen; *d*, Speicheldrüsen; *e*, Längsmuskelbündel; *f*, Kreismuskelbündel; *g*, Hautdrüsen; *h*, Seitengefässe; *i*, Durchschnitt eines Sehnerven; *k*, innere Muskelfasern der Kinnladen.

während die beiden anderen, seitlichen, etwas nach hinten gerückt sind. Diese Kinnladen von horniger Beschaffenheit haben die Gestalt halbmondförmiger Lamellen (*e*, Fig. 146 und *A*, Fig. 148), welche bei den grossen Exemplaren bis zu zwei Millimeter lang werden können und in deren Masse sich Muskelfasern (*k*, Fig. 147) inseriren.

Der freie Rand der Kinnladen trägt eine Reihe von sechzig oder noch mehr kleinen Zähnen (*f*, Fig. 146 und *A*, *b*, Fig. 148), von denen jeder, wie man unter einer starken Vergrösserung sehen kann, in eine

besondere, innen mit epithelialen Bildungszellen ausgekleidete Kapsel eingepflanzt ist (*B*, *c*, Fig. 148). Uebrigens zeigen diese Zähne, wie es unsere Figur 148, *B*, darstellt, quere Wachsthumszonen und ruhen unmittelbar auf einer Lage von Muskelfäserchen. Sie sind an der Spitze und auf dem Aussenrande der Kinnlade grösser als auf ihrem Innenrande; mittelst dieser Zähne gelingt es dem Blutegel, die Haut des Thieres, dessen Blut er saugen will, zu durchsägen.

Auf dem den Zähnen entgegengesetzten Rande setzen sich die Muskeln an, welche den Kinnladen nicht nur Drehungsbewegungen, wie die einer Kreissäge, gestatten, sondern auch noch sich von einander zu entfernen oder zu nähern, was die Erweiterung der Wunde zur Folge hat. Diese Muskeln sind, wie man auf unseren Fig. 146 und 147 sieht, mit ihrem anderen Ende an den Körperwänden befestigt. Reihen von Schnitten erlauben,

Fig. 148.

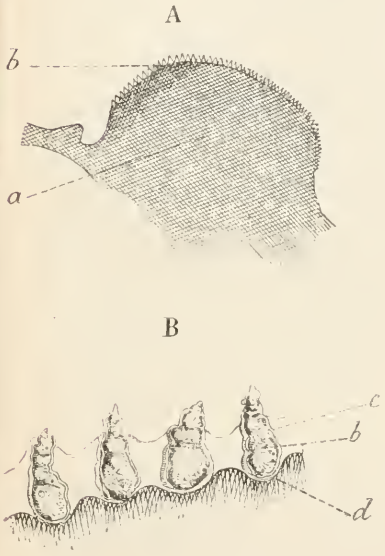


Fig. 149.

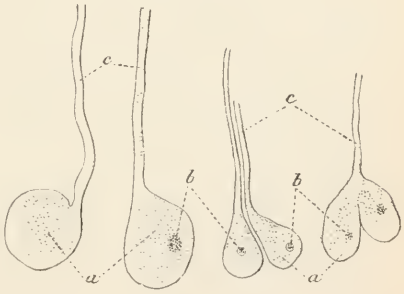


Fig. 148. — *Hirudo medicinalis.* Kinnladen und Zähne. A. eine ganze Kinnlade, unter einer schwachen Vergrösserung gesehen; B. einige Zähne unter einer stärkeren Vergrösserung; *a*, Kinnladen; *b*, Zähne; *c*, Scheiden der Zähne; *d*, Muskeln.

Fig. 149. — *Hirudo medicinalis.* Einige isolirte Zellen der Speicheldrüsen; *a*, körniges Protoplasma; *b*, Kerne; *c*, Ausführungscanal.

unter ihnen zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: die eine (*g*, Fig. 146) zieht die Kinnlade von aussen nach innen, während die andere, eine Antagonistengruppe, sie von innen nach aussen zurückführt. Während des Saugens, wo die Lippen des Mundsaugnapfes genau an die Haut angelegt sind, erhebt sich der Schlundkopf und dehnt sich infolge des Spieles der Kreis- und Strahlenfasern, welche er in seinen Wänden enthält, aus. Durch diese Bewegung werden die Bewegungsfasern der Kinnladen verkürzt und somit diese letzteren herabgezogen (D. Monnier).

Man kann leicht an sich selbst die Sägebewegung der Kinnladen wahrnehmen; es genügt hierzu, sich einen Blutegel auf den Arm zu setzen. Die ersten Spuren der Wunde bestehen in drei linearen Einschnitten, die unter ungefähr gleichen Winkeln convergiren und je einer Kinnlade entsprechen. Infolge der weiteren Arbeit des Thieres erweitern sich diese Einschnitte und die Wunde nimmt die Gestalt eines Kleeblattes an, dessen Blättchen, indem sie sich fernerhin erweitern, mit einander verschmelzen und schliesslich die wohlbekannte dreieckige Form ergeben.

Der Schlundkopf wechselt an Gestalt je nach dem Contractionszustande seiner Muskeln. In seinem ausgedehnten Zustande ist er eiförmig (*a*, Fig. 145 und *h*, Fig. 146). Seine Wände sind dick und die weiterhin mit einer Lage von kleinen unregelmässigen Zellen bekleidete Schleimhaut ist gewöhnlich der Länge nach gefaltet. Die Wände enthalten Bündel von Längs-, Kreis- und Strahlenmuskelfasern (*i*, Fig. 146). Auf ihrer Aussenfläche befestigen sich ausserdem noch Bündel von Schräg- und Quermuskeln (*k*, Fig. 146), die durch ihre Zusammenziehung mächtig zur Erweiterung der Schlundhöhle beitragen.

Zwischen diesen Bündeln bemerkt man Haufen einer weisslichen Substanz, welche unter dem Mikroskope sich aus einer Menge von kleinen einzelligen Drüsen, den Speicheldrüsen (*l*, Fig. 146), zusammengesetzt zeigt. Diese Drüsen bestehen aus hübschen birn- oder eiförmigen Zellen (Fig. 149, a. v. S.), welche ein körniges Protoplasma und einen Kern besitzen. Jede Zelle trägt einen Ausführungscanal, wie es unsere Figur darstellt. Selten sind zwei Zellen zu einem einzigen Canal vereinigt.

Das Hinterende der Schlundkopfhöhle führt in den Magen. Man versteht unter diesem Namen die ganze Region des Darmcanales, die seitliche Blindsäcke trägt und wesentlich der verdauende Theil ist. Wie man sieht, besteht der Magen aus einem geraden Rohr, das jederseits eine Reihe blinddarmartig geschlossener Säcke trägt, die paarweise durch eine äussere Einschnürung und eine Falte der Innenwand (*c*, Fig. 145), eine Art kleiner Klappe, von einander geschieden sind. Auf diese Art wird das Magenrohr in eine Reihe von Kammern getrennt, welche von vorn nach hinten sich immer mehr erweitern. Die Blindsäcke selbst, 11 Paare an der Zahl, sind in dem vorderen Körpertheil wenig tief und beinahe horizontal, während sie im hinteren Theile lang und weit sind. Die zwei letzten erstrecken sich wie zwei lange Taschen über das hintere Drittel des Leibes bis in die Nähe der Haftscheibe; sie verengern sich allmählich, indem sie dem Mastdarme parallel laufen.

Wenn sich der Blutegel mit Blut vollgesogen hat, legen sich die durch ihren Inhalt ausgedehnten Magensäcke über einander und berühren sich beinahe. Die Anordnung, welche wir soeben beschrieben haben, erklärt, warum man das Thier, wenn man es leeren will, von hinten

nach vorn zusammendrücken muss, denn in entgegengesetzter Richtung könnte der Druck, da er das Blut in die Blindsäcke zurückpresst, diese letzteren zerreissen und den Tod des Thieres herbeiführen.

Die Magenwände sind dünn, von weisslicher oder gelblicher Farbe. Sie sind mit einem Epithel von sehr kleinen Pflasterzellen ausgekleidet. Bei gewissen Individuen findet man an diesen Wänden in der mittleren und hinteren Magengegend eine grosse Anzahl von gelben Zellen, welche Fett enthalten, das Leydig als einen Nahrungsvorrath ansieht. Es ist uns nicht gelungen, in den Magenwänden die Gegenwart von Muskelfasern, welche nach mehreren Forschern existiren sollen, nachzuweisen. Man begreift übrigens, dass der Darm ihrer entbehren kann, da seine Bewegungen von denjenigen der Körperwände, denen er direct anhängt, unterhalten werden.

Auf der Rückenseite etwas hinter der letzten Magenkammer beginnt der Mastdarm (*e'*, Fig. 145) oder Enddarm, ein schmales cylindrisches Rohr, das gerade oder mit leichten Wellenkrümmungen bis zum After (*f*, Fig. 145) hinzieht. An seiner Ursprungsstelle befindet sich in der Falte, welche ihn von der hinteren Kammer trennt, ein Schliessmuskel, der die Oeffnung vollständig schliessen und so den Magen vom Mastdarm absperren kann.

Was den After anbetrifft, so wissen wir bereits, dass er auf der Rückseite und über der hinteren Haftscheibe liegt.

Die besondere Präparation des Darmes als ein einziges Stück ist nicht schwierig, aber man ist, wie wir es erwähnt haben, genöthigt, mehr oder weniger die anderen Organe zu zerstören, wenn man ihn ganz erhalten will. Hier geben wir das Verfahren an, welches wir befolgen: man wählt einen Blutegel, der unmittelbar vorher Nahrung aufgenommen hat und dessen Darm fast ganz mit Blut gefüllt ist, und taucht ihn schnell in kochendes Wasser, in welchem man ihn einige Minuten lang verweilen lässt. Die Wärme bringt das Blut zum Gerinnen; dieses formt den ganzen Verdauungscanal genau ab und gestattet nach dem Erkalten, ihn von der Haut und den Muskelschichten, welche ihn überziehen, zu befreien. Man bewahrt den so fest gewordenen und mit coagulirtem Blute gefüllten Darmcanal in Alkohol auf. Solche Präparate bilden ausgezeichnete Demonstrationsstücke.

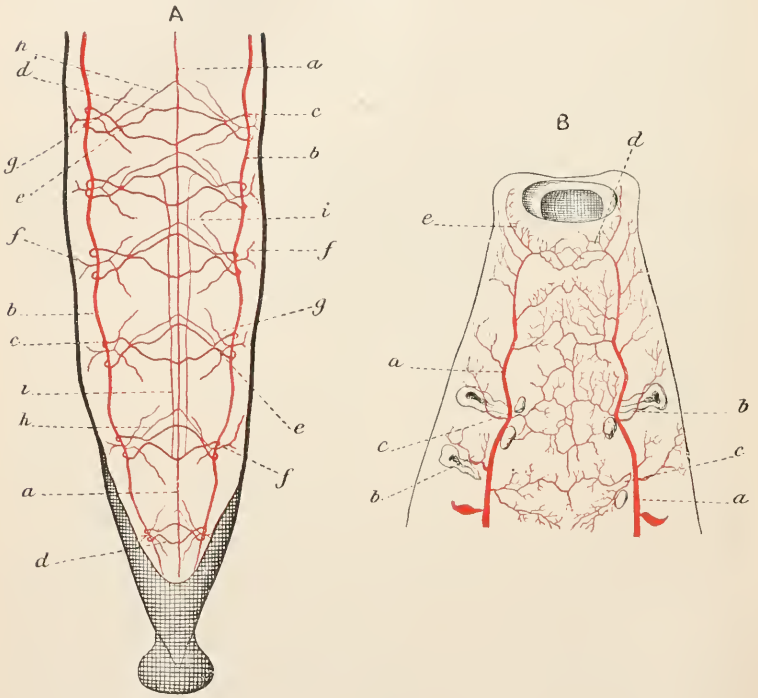
Für das Studium des Epithels geben die 1 proc. Osmiumsäure und die Imprägnirungen mit Silbernitrat sehr schöne Resultate. Man muss die Kerne mit Hämatoxylin oder Carmin färben.

Gefässsystem. — Der Blutegel besitzt ein Gefässsystem, in welchem ein in allen Gefässen gleichmässig rothes Blut circulirt. Diese Färbung rührt vom Blutplasma und nicht von Körperchen her, wie dies bei gewissen Schnurwürmern der Fall ist. Die Nährflüssigkeit enthält indessen Bildungselemente von sehr verschiedenen Formen, welche aber farblos oder leicht gelblich sind.

Man kann vier durch Querbogen mit einander verbundene Längsgefässstämme unterscheiden, es sind dies die zwei Seitengefässe, das Rückengefäss und das Bauchgefäss.

Die beiden Seitengefässe (*a* und *b*, Fig. 150) sind bei weitem die beträchtlichsten und auch am leichtesten zur Anschauung zu bringen. Sie verlaufen auf der ganzen Länge der Seitenränder ungefähr in

Fig. 150.



Hirudo medicinalis. Gefässsystem. A. hintere Region, von der Rückenseite aus gesehen, bei *a* das Rückengefäss zeigend; *b b*, die Seitengefässe; *c c*, Ausgangspunkt der Seitenrückenäste; *d*, rautenförmige Rückenanastomosen; *e*, Begegnungspunkt der Seitenrückenäste; *f*, seitliche Seitenäste; *g*, Ursprung der Seitenbauchäste; *h*, Zweige des Rückengefässes, welche sich in die (nicht abgebildeten) in der Nähe der Ausscheidungsorgane gelegenen Ampullen begeben. B. vordere Gegend, von der Bauchseite gesehen, die Vereinigung der beiden Seitengefässe *a a* zeigend, nach einer noch nicht veröffentlichten Zeichnung von Jaquet; *b*, seitliche Seitenäste; *c*, Seitenbauchstämme; *d*, vordere Anastomosen; *e*, um die vordere Sauggrube herum sich begebende Zweige.

gleichem Abstande von der Bauch- und von der Rückenfläche. Ihre Wände sind sehr dünn und von sehr einfachem Baue; man nimmt darin

einige Kerne und Quermuskelfasern wahr. Diese Gefässe sind in ihrem ganzen Verlaufe contractil und regelmässig geschlängelt (*b*, Fig. 150); sie nehmen an Durchmesser ab, indem sie sich den Körperenden näheren, wo sie sich durch feine Querbogen mit einander verbinden, die Nebenäste abgeben, welche sich ihrerseits auch verzweigen.

Auf jedem Segmente entstehen auf der Aussenseite jedes Seitengefässes zwei Querstämme, welche einander in der Richtung des Rückens entgegengehen, sich vereinigen, dann wieder von Neuem trennen und sich schliesslich mit den entsprechenden Aesten der entgegengesetzten Seite in der Art verbinden, dass auf der Rückenfläche eine Art von leicht geschlängelter Rautenzeichnung entsteht (*d*, Fig. 150).

Man kann siebzehn Paare von Seitenrückenstämmen zählen, die dazu bestimmt sind, die beiden Seitengefässe direct mit einander in Verbindung zu setzen. Diese Stämme senden verschiedene Zweige aus; der eine dieser Zweige läuft schräg nach vorn (*h*, Fig. 150), vereinigt sich mit dem Rückengefässe und stellt so eine Verbindung zwischen diesem letzteren und jedem Seitengefässe rechts und links her. Dieser Ast scheint sich nicht unmittelbar in das Seitengefäss, sondern in eine in der Nähe der Ausscheidungsorgane gelegene Ampulle zu begeben. Dieser kleine Ast, der viel kleiner als die Seitenrückenstämme ist und dessen Existenz von Jaquet in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit constatirt worden ist, lässt sich nicht leicht einspritzen. Um ihn zur Anschauung zu bringen, muss man mittelst Ligaturen, die man an beiden Körperenden, hinter dem Mundsaugnapfe und vor der hinteren Haftscheibe, anbringt, die Verbindungen schliessen, welche in diesen beiden Gegenden zwischen den zwei Seitengefässen existiren. Wenn die Einspritzung, welche natürlich das Bestreben hat, sich in die Gefässe von weiterem Durchmesser zu begeben, auf diese Weise eingegrenzt wird, so dringt sie in die feineren Verzweigungen, von denen wir soeben gesprochen haben.

In dem hinteren Körpertheile, in der Nähe des Mastdarmes, senden die Seitenrückengefässe parallel zum Rückengefässe zwei Ergänzungsgefässe aus, welche man wenigstens drei Segmente entlang verfolgen kann. Sie verzweigen sich auf den Wänden des Mastdarmes, wo sie sehr bedeutende und verwickelte Capillarnetze bilden (*i i*, Fig. 150).

Auf der Innenseite jedes Seitengefässes entstehen ausserdem in jedem Segmente Queräste, von denen die einen den Körperrändern auf der Bauchseite folgen, wo sie, indem sie mit den entsprechenden entgegengesetzten Aesten anastomosiren, mehr oder weniger regelmässige Rauten zeichnen, während die anderen schräg gegen das Bauchgefäss hinabtauchen, mit welchem sie sich, wenigstens theilweise, zu vereinigen scheinen. Es sind dies die Seitenbauchäste, deren man 17 Paare zählt. Wir müssen hier gestehen, dass es Einspritzungen

nicht in allen Fällen gelingt, sie zur Anschauung zu bringen und dass ihr Verlauf bei jedem Individuum nicht ganz identisch zu sein scheint, was ihr Studium sehr erschwert. Die bisher von verschiedenen Autoren gegebenen Beschreibungen stimmen nicht mit einander überein und es ist uns nicht gelungen, an unseren Einspritzungen eine constante Anordnung dieser Gefässe zu beobachten.

Auf der Aussenseite der Seitengefässe entspringen endlich Aeste von geringerer Wichtigkeit, die sich in die Seitenwände des Körpers begeben. Es sind die seitlichen Seitenäste von Gratiolet (*f* und *b*, Fig. 150).

Die freien Verzweigungen der Aeste, welche wir soeben hervorgehoben haben, sowohl der Seitenbauch- als der Seitenrücken- und der seitlichen Seitenäste, verbreiten sich in allen Körpertheilen, durch das Parenchym hindurch zu den Ausscheidungs-, zu den Geschlechtsorganen, zum Darme und bis in die oberflächlichen Hautschichten. In den letzteren wie auch auf den Darmwänden bilden sie ein ausserordentlich gedrängtes Capillarnetz, welches sein Maximum von Complication an dem Mastdarme erreicht. Mit wohlgelungenen Einspritzungen kann man von den Wänden dieses letzteren sehr zierliche Präparate erhalten.

Mit den Seitengefässen soll, wie wir es erwähnt haben, der Anfänger zuerst versuchen, den Blutegel einzuspritzen. Wir rathen ihm, sobald er das Gefäss auf eine Länge von 1 oder 2 cm bloss gelegt hat, das todte Thier zwei oder drei Tage lang im Wasser zu lassen. Nach dem Tode verliert sich allmählich die Contractilität der Gefässe, welche sich alsdann beträchtlich ausdehnen. Gratiolet empfiehlt eine lange Maceration und sagt sogar, dass der Contractionszustand der Gefässe erst aufhöre, wenn die todten Blutegel bereits einen übeln Geruch angenommen haben. Man kann indessen sehr schöne Einspritzungen erhalten, ohne so lange zu warten.

Die gewöhnlichen Spritzen eignen sich kaum zu diesen Injectionen; wir haben Glasröhrchen benutzt, welche wir uns je nach Bedürfniss verfertigt haben und welche wir mit einer Kautschukröhre entweder mit einer Kugel von der gleichen Substanz oder mit dem Munde des Operators in Verbindung setzen, der mit dem Einblasen die Einspritzung so regelt, wie er es für nöthig hält. Dies ist einfacher und liefert die besten Resultate (s. Anmerkung 2, S. 208).

Man erhält nur selten eine vollständige Injection des Thieres, weil die Masse sich nur schwer durch die feinen Verbindungen der Seitengefässe mit dem Bauch- und Rückengefässe hindurchpressen lässt.

Was die Injectionsmasse anbetrifft, so ist diejenige, welche am besten eindringt, die mit löslichem Berlinerblau gefärbte Gelatine, aber ihre dunkle Färbung ist nicht immer leicht in der Haut und im Darme zu verfolgen; die mit Chromgelb gefärbte Gelatine hingegen

sticht sehr gut von dem pigmentirten Grunde des Thieres ab, und wenn man vorher Sorge getragen hat, die Masse sehr fein zu zerreiben, so dringt sie auch sehr gut ein.

Das Rückengefäss (*a*, Fig. 150, A), dessen Durchmesser viel geringer ist als derjenige der Seitengefässe, verläuft über den ganzen Darmcanal der Rückenseite entlang. Sein Verlauf ist leicht geschlängelt. Ausser den feinen Aesten, welche es von den Seitengefässen in jedem Segment erhält, sendet es noch nach rechts und links feine Aeste aus, welche sich in die Körperwände begeben. Gegen sein Vorderende hin theilt es sich gabelig in zwei Hauptäste, deren Verzweigungen wahrscheinlich mit den entsprechenden Verzweigungen des Bauchgefässes anastomosiren. In dem hinteren Theile verzweigt es sich beträchtlich um die Sauggrube herum und wird von zwei parallelen Gefässen begleitet, welche wir als von den Seitenrückenästen herrührend schon erwähnt haben.

Das Bauchgefäss umgiebt die Nervenkette in ihrer ganzen Länge und ist in der Nähe eines jeden Ganglions etwas angeschwollen. Seine sehr dünnen Wände werden von einem reichen Netz von Pigmentröhren durchzogen, von denen weiter unten die Rede sein wird. Es sendet in jedes Segment ein Paar Seitenäste aus, welche sich einerseits zu den Körperrändern begeben und andererseits sich über die Nervenkette hinüberbiegen, um rautenförmige Anastomosen zu bilden. Es ist noch zweifelhaft, ob das Bauchgefäss in segmentaler Verbindung mit dem Rückengefässe steht. An seinem Vorderende verzweigt es sich in eine grosse Anzahl kleiner Aeste, welche sich zum vorderen Saugnapfe, zum Schlundkopfe und theilweise zu den entsprechenden Aesten des Rückengefässes begeben.

Das Blut wird hauptsächlich durch die Zusammenziehungen der Seitengefässe in Bewegung gesetzt, aber man kennt seinen Lauf noch nicht genügend.

Pigmentnetz. — Wir müssen, anschliessend an das Gefässsystem, noch der Existenz einer unendlichen Zahl sehr feiner Canäle (Fig. 151 u. 152, a. f. S.) im Körperparenchym des Blutegels erwähnen, Canäle, welche ein theilweise in Alkohol lösliches Pigment von brauner oder dunkelgrüner Farbe enthalten. Dieses Pigment findet man überall um die Organe herum, zwischen den Muskelbündeln und sogar unter der Oberhaut wieder. Diese Canälchen sind vorzüglich in der Nähe des Bauchgefässes, welches die Ganglienkette umgiebt, reichlich vorhanden; sie verleihen dieser letzteren die dunkle Färbung, welche wir hervorgehoben haben. Hier kann man sie auch am besten isoliren und studiren.

Unter einer starken Vergrösserung ist ihre Gefässnatur sehr deutlich zu erkennen. Durch Zerzupfung lässt man das Pigment in Gestalt von sehr feinen, von einer sehr lebhaften Brown'schen Bewegung belebten Körnern heraustreten.

Ray-Lankester betrachtet dieses Canälchennetz als eine Modification des Bindegewebes, welcher er den Namen „Gefässfasergewebe" gegeben hat. Und in der That bilden die Canälchen im ganzen Körper ein förmliches Netz. Sie sind durch zahlreiche Anastomosen (Fig. 151) mit einander verbunden und bieten hier und da freie Enden dar, welche bisweilen keulenförmig erweitert sind und immer als Blindsäcke endigen. Ihr Durchmesser ist sehr wechselnd und sie besitzen an ihren Wänden unregelmässig vertheilte Kerne, Reste der Bindegewebszellen, von welchen sie ohne Zweifel abstammen.

Ihre neulich von Joseph studirte feinere Structur scheint sehr complicirt zu sein. Diesem Forscher zufolge kann man an den Wänden

Fig. 151.

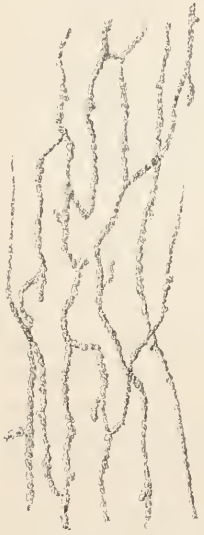


Fig. 152.

Fig. 151. — *Hirudo medicinalis.* Fragment des Pigmentnetzes, welches die Nervenkette umgiebt, die Pigmentgefässe und ihre blindsackartigen Fortsätze zeigend.

Fig. 152. — *Hirudo medicinalis.* Ansicht des Gefässfasergewebes und des bothryoidalen Gewebes, nach einem frischen, eingespritzten Präparate, aus der Nähe des Darmes entnommen. *a*, Knäuel der dicken, oft blindsackartig geschlossenen bothryoidalen Röhren; *b*, Blutcapillargefässe; *c*, Pigmentnetz.

der von jungen Blutegeln entnommenen Canälchen, die man sorgfältig ausgewaschen und mit Silbernitrat behandelt hat, die Existenz einer feinen, durchsichtigen und structurlosen Aussenhaut nachweisen. Unter dieser Haut zeigen sich Bündel von Längs- und Querfasern und das Ganze ist weiterhin mit einer Lage platter Zellen mit runden Kernen bedeckt. Es ist uns nicht gelungen, diese Behauptungen zu contro-

liren. Die Schwierigkeit besteht darin, die Canälchen von ihrem Pigment zu befreien.

Zwischen den Maschen des Pigmentnetzes verlaufen zahlreiche Blutcapillargefässe (*b*, Fig. 152), die wahrscheinlich mit den Canälchen des Netzes in Verbindung stehen. Immerhin ist diese Beziehung bis heute nicht mit voller Klarheit nachgewiesen worden. Wenn man sorgfältig eine Einspritzung in die Capillargefässe treibt, so bleibt der Farbstoff in diesen letzteren hängen und dringt nicht in die Pigmentcanälchen. Joseph macht auf die Thatsache aufmerksam, dass die Pigmentcanälchen bei den jungen Blutegeln nicht sichtbar sind, so lange sich diese vom Blute der Wasserinsecten nähren und dass sie erst dann erscheinen, wenn sie sich mit Blut von Wirbelthieren ernähren. An Blutegeln, welche seit mehreren Monaten kein Blut eingesogen haben, sind sie entfärbt, nehmen hingegen eine sehr kräftige Farbe bei vor Kurzem gefütterten Blutegeln an. Dieser Umstand deutet auf eine Beziehung zwischen diesen Gefässen und der Ernährungsweise des Thieres hin; das Hämoglobin des Blutes der Wirbelthiere scheint bei der Erzeugung des Pigmentes eine Rolle zu spielen.

In den Lücken der Körperdecken begegnet man hier und da knäuelförmigen Haufen von Röhren, die denjenigen, von welchen wir soeben gesprochen haben, ähnlich sind, aber einen weit beträchtlicheren Durchmesser zeigen. Sie sind übrigens in innigster Verbindung mit den Canälchen des Pigmentnetzes. Man trifft sie hauptsächlich um die verschiedenen Organe herum und besonders in der Nähe des Darmes an (bothryoidales Gewebe von Ray-Lankester) (*a*, Fig. 152). Die Wände dieser meistens blindsackartig geschlossenen Gefässe sind, dem genannten Forscher zufolge, mit Pigmentzellen bekleidet. Die Blindsackenden reichen bis zur Basis der Epithelialzellen des Darmes, daher ist es möglich, dass osmotische Erscheinungen zwischen dem Inhalte dieser Canäle und denjenigen des Darmes vor sich gehen.

Segmentalorgane. — Die Segmental- oder Ausscheidungsorgane, das Nephridium, sind bei dem Blutegel wohl entwickelt und gleichen denjenigen der eigentlichen Ringelwürmer. Ihre Untersuchung bietet vielfache Schwierigkeiten. Nachdem man sie im frischen Zustande beobachtet hat, lässt man sie in schwachen Lösungen von doppeltchromsaurem Kali oder Chromsäure maceriren, fixirt sie mit 1 proc. Osmiumsäure, spritzt sie ein und härtet sie, damit man feine Schnitte in verschiedenen Richtungen daran vornehmen kann.

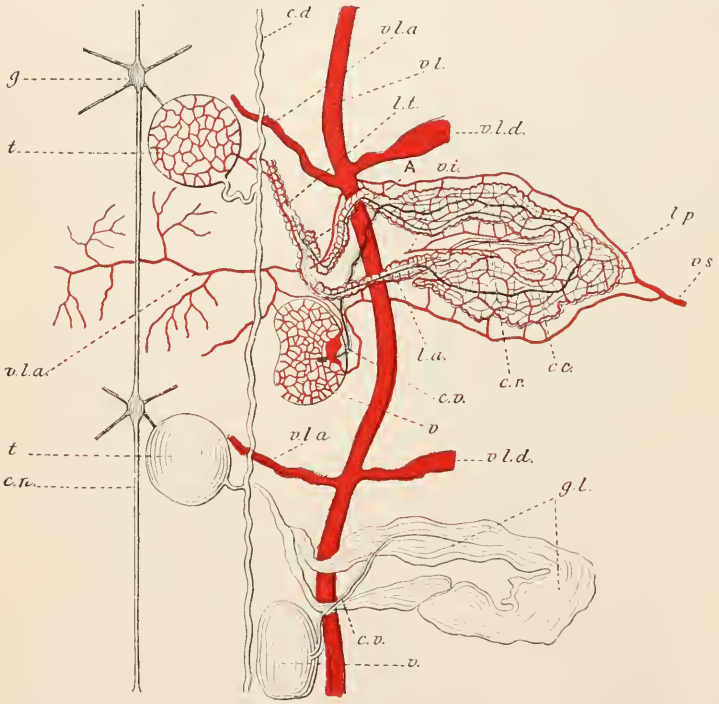
An einem vom Rücken her geöffneten und auf der Bauchfläche ausgebreiteten Blutegel zeigen sich die Segmentalorgane als kleine, weisse, runde und birnförmige Massen (*o*, Fig. 138), die jederseits von der Nervenkette zwischen dem weisslichen Faden des Samenleiters und dem rothen Seitengefässe gelegen sind. Diese kleinen Massen sind in einer Anzahl von 17 gleich weit von einander abstehenden Paaren

vorhanden. Gegen die Körpermitte hin erreichen sie ihre grösste Ausbildung und hier werden wir sie wählen und sie in ihren Einzelheiten studiren.

Wir haben in Fig. 153 das eingespritzte Organ abgebildet, das alle Theile, welche wir beschreiben wollen, aufweist.

Man unterscheidet in jedem Segmentalorgane zwei Theile: die Drüse (*gl*, Fig. 153) und die Blase (*v*), die durch einen Hohlstrang, den Blasengang (*w*), verbunden werden.

Fig. 153.



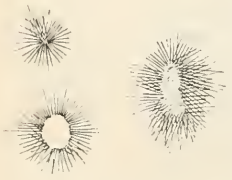
Hirudo medicinalis. Anordnung der Segmentalorgane nach einem eingespritzten Präparate. (Der Verlauf der Drüsencanäle ist theilweise schematisch.) *g*, Nervenganglien; *cn*, Nervenkette; *t*, Hoden; *cd*, Samenleiter; *gl*, Drüse; *v*, Blase; *cv*, Blasengang; *cc*, Centralcanal; *cr*, rücklaufender Gang; *lp*, Hauptlappen; *la*, Apicallappen; *lt*, Hodenlappen; *vl*, seitliches Blutgefäss; *vla*, Seitenbauchgefäss; *vld*, Seitenrückengefäss; *vi*, untere Vene; *vs*, obere Vene; A, Begegnungsstelle des Apical- und des Hodenlappens.

Die Drüse hat die Form eines Hufeisens, dessen Convexität nach der Rückenseite gewendet ist, während die Schenkel der Bauchfläche zugekehrt sind. Diese beiden, auf dem grössten Theile ihres Verlaufes

deutlich geschiedenen Schenkel sind an ihrem Bauchende in einem Punkte (*A*, Fig. 153) vereinigt, wo ein feiner Fortsatz entspringt, der bis zum Hoden reicht und aus diesem Grunde der Hodenlappen (*l t*, Fig. 153) genannt wird. Wir unterscheiden mit Bourne für die Deutlichkeit der Beschreibung fernerhin als Hauptlappen (*l p*) den ganzen Theil der Drüse, welcher sich von der Stelle an, wo der Blasengang, von dem wir noch sprechen werden, in den vorderen Schenkel des Hufeisens eindringt, bis zum Punkte hin erstreckt, wo der zurücklaufende Gang (*c r*) in den hinteren Schenkel tritt und unter dem Namen Apicallappen (*l a*) den Bauchtheil dieses letzteren Schenkels bis zu seinem Begegnungspunkte mit dem vorderen Schenkel.

Die Blase (*v*) ist etwas hinter und innerhalb der Drüse, genau zwischen dem Seitenblutgefässe und dem Samenleiter gelegen; sie besteht in einer ei- oder kugelförmigen Tasche. Ihre dünneren und contractilen Wände enthalten Muskelfasern und ein reiches Gefässnetz. Sie ist innen mit einem Wimperepithel ausgekleidet und umschliesst immer eine kleinere oder grössere Menge einer weisslichen und körnigen Substanz, welche man übrigens in den Ausführungsgängen der Drüse wiederfindet und welche, wie das Mikroskop zeigt, aus einer beträchtlichen Anzahl von Kügelchen und sehr feinen nadelförmigen Krystallen zusammengesetzt ist, die entweder um einen lichtbrechenden Mittelpunkt herum oder ganz und gar zerstreut gruppirt sind (Fig. 154). Diese Substanz wird durch die Zusammenziehungen der Blase durch einen kurzen Canal, dessen Mündung unter dem Vergrösserungsglase aussen sichtbar ist (*c*, Fig. 137), ausgestossen. Man kann übrigens diese Mündung von innen her zur Anschauung bringen, wenn man die Blase mit einer feinen Scheere öffnet.

Fig. 154.



Hirudo medicinalis. Feine, in einander verfilzte Krystalle, in der Blase des Ausscheidungsapparates enthalten.

Die Blase wird, wie wir erwähnt haben, mit der Drüse durch den Blasengang (*w*) in Verbindung gesetzt, der die von dieser letzteren abgesonderten Stoffe entleert. Der Blasengang ist cylindrisch und zeigt auf Schnitten sehr schön sichtbare Eigenwände; er entspringt auf der Aussenseite der Blase, geht zuerst unter dem hinteren Schenkel des Hufeisens durch, dringt in den vorderen Schenkel, dessen Axe er entlang läuft, biegt in dem hinteren Schenkel um, wo er den Centralgang der Drüse (Bourne) bildet, und setzt sich bis zum Ende des Apicallappens fort, wo er sich mit einem Aste des rücklaufenden Ganges vereinigt. Dieser letztere ist die einzige Verzweigung, zu welcher der Centralgang Veranlassung giebt; er geht am Vereinigungspunkte des Apicallappens mit dem Hauptlappen von ihm ab, verlängert

sich in den zwischen der Concavität des Hufeisens gelegenen Raum, tritt bald wieder in den hinteren Schenkel, dem er auf seiner ganzen Länge folgt, und schickt einen kleinen Fortsatz in den Hodenlappen (*lt*).

Die Drüse wird von einem Haufen von Absonderungszellen gebildet, die leicht in Form und Bau je nach den Lappen, wo sie angetroffen werden, wechseln (Fig. 155). Diese Zellen sind gewöhnlich gross und unregelmässig vierseitig; ihr im lebenden Zustande durchsichtiges Protoplasma wird durch Anwendung von Reagentien und besonders in Folge einer längeren Maceration in doppeltchromsaurem Kali (Bourne) körnig.

Sie besitzen einen Kern (*b*) und werden von einer feinen Haut umschlossen. Diese Zellen sind besonders bemerkenswerth durch den

Fig. 155.

Hirudo medicinalis. Drüsenzellen des Apicallappens der Ausscheidungsdrüse (nach Bourne). *a*, Blutgefässe; *b*, Kerne; *c*, Intracellularröhrchen; *d*, Haut dieser Röhrchen.

Umstand, dass sie von einer grossen Zahl von mehr oder weniger verzweigten Röhrchen, deren Durchmesser je nach dem Contractionszustande des Protoplamas wechselt, durchsetzt werden. Diese Röhrchen besitzen blindsackartig endigende Aeste und solche, welche dazu dienen, sie mit einander in Verbindung zu setzen. Sie sind auch in Verbindung mit den grossen Ausscheidungscanälen, welche wir beschrieben haben.

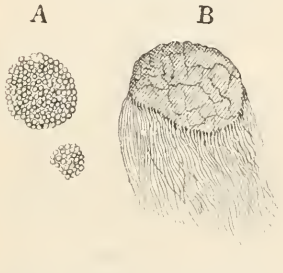
Die Masse der Drüsenzellen wird von einer faserigen Hülle ohne Muskelfasern umzogen (Bourne). Sie wird von einem reichen Netz von Blutcapillargefässen durchlaufen, welche aus den Seitengefässen des Bauches entspringen. Dieses Netz ist meistens auf natürliche Art

eingespritzt; man kann es direct beobachten, wenn man die Drüse vorsichtig ablöst, um sie unter das Mikroskop zu bringen.

Man wird übrigens gut daran thun, diese Gefässe in der Art zu injiciren, dass man mittelst eines kleinen Röhrchens lösliches Berlinerblau in das entsprechende Seitengefäss treibt. Das Blutcapillarsystem steht mit dem System der Ausscheidungsgänge und der Röhrchen der Drüse in keiner unmittelbaren Verbindung.

Geschlechtsorgane. — Der Blutegel ist Zwitter, da er männliche und weibliche Organe besitzt, welche wir nach einander beschreiben werden. Wir wissen bereits, dass die Geschlechtsöffnungen aussen sichtbar sind und dass sie im vorderen Körpertheile, die männliche Oeffnung vorn, die weibliche Oeffnung hinten, liegen (*a* u. *b*, Fig. 137).

Fig. 156.



Hirudo medicinalis. Samenzellen der Hoden. A, unversehrte, unreife Zelle; B, reife und zerquetschte Zelle, aus der ein Büschel Samenthierchen tritt.

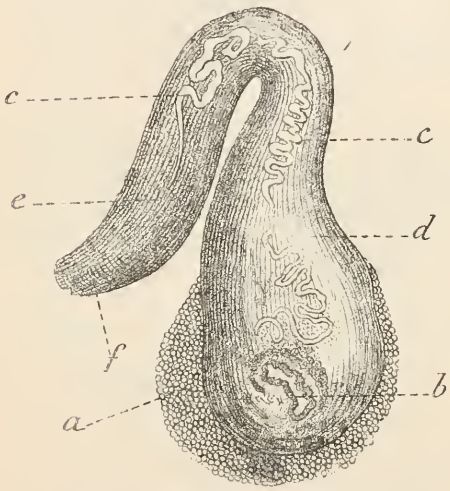
Männliche Organe. — Sie werden von neun Paar Hoden (*e*, Fig. 138) gebildet, die in der ganzen mittleren Körpergegend auf der Bauchseite, zu beiden Seiten der Ganglienkette, gelegen sind; sie stehen, wie die Ausscheidungsorgane, je fünf Ringe von einander entfernt. Das erste Paar liegt etwas hinter dem achten Ganglion, und das letzte entspricht dem sechszehnten Ganglion. Jeder Hode sieht wie eine kleine, feste und starke Kugel aus, die von einer structurlosen Eigenhaut umgeben wird. Er enthält eine schleimige, weissliche Flüssigkeit, welche eine sehr grosse Anzahl von Samenzellen einschliesst (Fig. 156).

Der Same wird aus jedem Hoden durch einen kurzen Canal hindurch fast unmittelbar in eine leicht wellenförmig gebogene Röhre, den Samenleiter (*f*, Fig. 138) abgeführt. Dieser letztere, an seiner weissen Farbe erkennbar, läuft parallel an der Nervenkette hin. Er nimmt an Durchmesser gegen sein Vorderende hin zu, rollt sich auf und knäuelt sich auf jeder Seite in der Nähe der Ruthe zusammen, um einen ebenfalls weisslichen Haufen zu bilden, welchen man unter dem Namen Nebenhoden beschrieben hat (*g*, Fig. 138). Die beiden Nebenhoden haben eine eiförmige Gestalt mit gebuchteter Oberfläche; an ihrem vorderen Theile geht von ihnen ein kurzer Ausführungscanal ab, der sich direct an die Basis des Cirrusbeutels begiebt. Ihr Inhalt ist heller als derjenige der eigentlichen Samenleiter und enthält Epithelzellen, welche von den Samenzellen verschieden sind. Zur Zeit der Befruchtung nehmen die Hoden, Samenleiter und Nebenhoden beträchtlich an Umfang zu.

Das Begattungsorgan (*h*, Fig. 138) besteht in einer Ruthe, die sehr dehnbar ist, eine Länge von 2 cm erreichen kann und mit einer

leichten Anschwellung endigt. Durch einen besonderen Muskel kann die Ruthe in eine birnförmige Tasche mit harten und festen Wänden, den Cirrusbeutel, zurückgezogen werden. Dieser enthält eine Masse einzelliger Drüsen, die Vorsteherdrüse (*a*, Fig. 157), deren weissliches und körniges Absonderungsproduct an der Basis des Ausspritzungscanals ergossen wird und die Aufgabe hat, kleine Samenmengen wie mit einem Spermatophor zu umhüllen. Die Flüssigkeit der Vorsteherdrüse ist in der That schleimig und wird um den Samen herum fest. Dieser letztere gelangt in die weibliche Oeffnung mittelst kleiner spindelförmiger Spermatophoren, welche beim medicinischen Blutegel 3 mm lang und 1 mm dick sind (Leuckart).

Fig. 157.



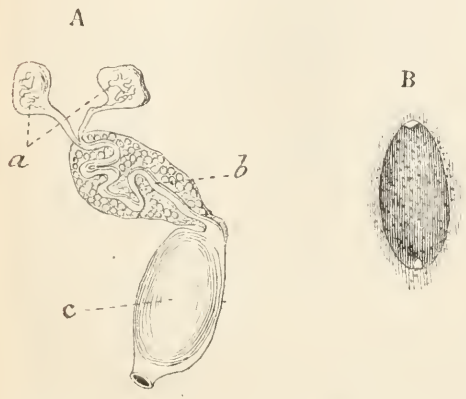
Hirudo medicinalis. Die Ruthe, der Länge nach durchschnitten. *a*, Vorsteherdrüse; *b*, Samenblase an der Basis der Ruthe; *c*, Ausspritzungsgang; *d*, Längsmuskeln; *e*, Spitze der Ruthe; *f*, Querfasern.

Die Ruthe besitzt in der Dicke ihrer Wände zwei Systeme von Muskelfasern, äussere Längsfasern (*d*, Fig. 157) und innere Kreisfasern (*f*). Sie wird von einem feinen Canal, dem Ausspritzungscanal (*c*), durchbohrt, der gerade ist, wenn die Ruthe im Erectionszustande sich befindet, sich aber zusammenbiegt, wie es unsere Figur zeigt, wenn die Ruthe sich zusammenzieht. Die Erection wird durch die Zusammenziehung der oberflächlichen Muskeln hervorgebracht, welche die Ruthe durch einen Schliessmuskel hindurch austreten lässt. Dieser letztere erschlafft nach dem Tode, deshalb kommt es oft vor, dass die Ruthe hervorhängt.

Weibliche Organe. — Im Gegensatze zu den männlichen Organen sind die weiblichen Geschlechtstheile in einem einzigen inneren Segmente, in dem zwischen der männlichen Geschlechtsöffnung und dem ersten Hodenpaare gelegenen Raume zusammengedrängt (*k*, *l*, Fig. 138). Sie bestehen wesentlich aus zwei röhrenförmigen und zusammengeknäuelten Eierstöcken (*e*, Fig. 138), von denen jeder in eine kugelige oder leicht eiförmige Blase eingeschlossen ist, deren Wände ziemlich stark sind, und die einen Durchmesser von 2 bis 3 mm im Maximum erreichen kann (*a*, Fig. 158, A). Die Eierstocksröhren werden innen von

einem Zellenendothelium ausgekleidet, von welchem sich gewisse Zellen differenziren, die zu Eiern werden. Diese rücken den Röhren entlang bis an ihr Ende. Von jeder Blase geht ein Ausführungscanal ab, der sich bald mit seinem Nachbar vereinigt, um nur einen einzigen Canal mit dicken Wänden, den Eileiter (*b*), zu bilden. Dieser zieht, indem er sich zusammenfaltet, wie es Fig. 158 zeigt, durch ein schwammiges Gewebe hindurch, das von vielen Capillargefässen durchflochten wird und eine Anhäufung von einzelligen Drüsen einschliesst, welche Leuckart nachgewiesen hat. Diese sehr hellen Drüsen scheinen den Eiweissdrüsen, welche wir bei den Cestoden kennen, analog zu sein; ihre feinen Ausführungscanälchen ergiessen ihr eiweissartiges Product in das Innere des Eileiters. Leuckart hat unter den Drüsen, von welchen wir soeben gesprochen haben, eine gewisse Anzahl unterschieden, welche kleiner sind, deren Inhalt körnig, und deren Ausführungscanal kürzer ist, die aber innig mit der Masse der ersteren vereinigt sind.

Fig. 158.



Hirudo medicinalis. A, weiblicher Geschlechtsapparat; *a*, Eierstöcke; *b*, Eileiter; *c*, Scheide; B, Eier enthaltender Cocon (nach Leuckart).

Der Eileiter mündet in einen grossen eiförmigen Sack mit dicken und contractilen Wänden, dessen grosse Axe mit ihm einen Winkel bildet. Dieser Sack, den man Uterus oder auch Scheide (*c*, Fig. 158, A) genannt hat, öffnet sich, wie wir erwähnt haben, auf der Körperoberfläche, an der Grenze zwischen dem neunundzwanzigsten und dem dreissigsten Ringe. Seine Mündung ist mit einem Schliessmuskel versehen.

Befruchtung. — Trotz des Hermaphroditismus des Blutegels, geht der Befruchtung der Eier immer eine Begattung voraus, welche besonders im Frühling, aber auch während des ganzen Sommers vollzogen wird. Zwei Individuen legen sich Bauch gegen Bauch verkehrt in der Art an einander, dass die männliche Oeffnung des einen auf die weibliche Oeffnung des anderen passt und umgekehrt. Die Befruchtung ist gegenseitig. Erst mehrere Tage nach der Begattung findet das Eierlegen statt. Nach einigen Beobachtern sollen sich die Samen-

thierchen in den Spermatophoren, welche unversehrt in der Scheide aufbewahrt werden, lange Zeit thätig erhalten. Dies würde erklären, wie der Blutegel sogar mehrere Monate nach der Begattung noch frisch befruchtete Eier legen kann.

Die so reichlich in den nahe bei den Geschlechtsöffnungen gelegenen Ringen, in der Gegend, die man den Sattel (Clitellum) genannt hat, vorkommenden Hautdrüsen sondern in der Legezeit eine grosse Menge Schleim ab, in welchen die Eier ergossen werden. Dieser Schleim bildet eine Art Gürtel, den das Thier nach beendigter Ablage der Eier abwirft, indem es den ganzen Körper wiederholt zusammenzieht; er nimmt schliesslich eine festere Consistenz und das Aussehen einer Kapsel oder eines Cocon (Fig. 158, B) an, der eiförmig, 2 bis 3 cm lang und 1 bis $1^1/_2$ cm breit ist und in welchem man eine grosse Anzahl kleiner Eier wahrnimmt, die der Blutegel in feuchte Erde legt.

Entwickelung. — Die Entwickelung des Blutegels ist direct; sie geht vollständig in dem Cocon vor sich, aus welchem die Jungen in Gestalt kleiner Würmer ausschlüpfen, welche bereits eine Länge von 15 bis 20 mm und eine Breite von 2 mm besitzen. Für die Einzelheiten, s. die Abhandlung von Ch. Robin, die wir unter „Literatur" anführen.

Die allgemeine Körperform der Egel ist sehr mannigfaltig. Von der halbcylindrischen Gestalt von *Hirudo* bis zur abgeplatteten Blattform von *Clepsine* kennt man mehrere Uebergangsformen. Bei *Branchiobdella* ist der Leib in der Ausdehnung ganz cylindrisch; bei *Acanthobdella* ist er spindelförmig. Die äussere Ringelung entspricht niemals der inneren Segmentation, sie kann auch beinahe vollständig verwischt sein (*Clepsine*).

Die allgemeine Zusammensetzung der Körperdecken bietet grosse Analogien bei den verschiedenen Gattungen dieser Gruppe dar, desgleichen die Anordnung der Muskeln im Körperparenchym. Bei den abgeflachten Formen umschreiben die über einander gekreuzten Muskelbündel förmliche Kammern, in welchen die Organe gelagert sind. Man unterscheidet immer Längs- und Kreisbündel. Die Mächtigkeit der Pigmentschicht schwankt; bei *Clepsine*, *Branchiobdella* sind die Körperdecken so durchscheinend, dass es möglich ist, unter dem Compressorium alle Hauptorgane zu beobachten. Die Ausbildung von einzelligen Hautdrüsen, die in grösserer Anzahl in der Nähe der Geschlechtsorgane vorkommen, ist sehr allgemein. Die oberflächlichsten Drüsen sondern die schleimige Substanz ab, welche den Körper von aussen befeuchtet; die tiefen Drüsen erzeugen die kleberige Masse, welche in Berührung mit der Luft oder dem Wasser fest werden kann und zur Bildung der Cocons verwendet wird. Die Körperoberfläche ist glatt (*Hirudo*) oder runzelig (*Pontobdella*). Bei *Branchellion* existiren Kiemenfalten in Form von reihenweise auf jeder Körperseite angeordneten häutigen Lamellen. Bei *Acanthobdella* trifft man hakenförmig endigende Seitenborsten.

Das Nervensystem besteht immer nach dem Vorbilde von Hirudo aus einer doppelten, auf der Mittellinie der Bauchseite genäherten Ganglienkette. Auf jeder Seite der Ganglien gehen zwei Nervenstämme ab, die über einander gelegen sind und sich in die Organe des entsprechenden Segments begeben. Das über der Speiseröhre befindliche Gehirnganglion und das Afterganglion

gehen beide aus der mehr oder wenig innigen Verschmelzung einfacherer Ganglien hervor, deren Zahl je nach den Gattungen verschieden ist. Beide senden eine grössere Anzahl peripherischer Nerven aus, welche sich zu den Sinnesorganen und zu der hinteren Sauggrube begeben. Das Unterschlundganglion ist ebenfalls stets dicker als die anderen, es ist mit dem Gehirne durch eine doppelte Commissur verbunden, welche um die Speiseröhre herum eine Art Ring bildet.

Obgleich das viscerale Nervensystem noch nicht überall beschrieben worden ist, so scheint es doch mit seinen Verzweigungen auf den Wänden des Darmrohres ziemlich allgemein vorhanden.

Die Zahl der Augen wechselt von einer Gattung zur anderen. Es giebt deren zehn bei *Haemopis*, acht bei *Nephelis*, vier bei *Piscicola*, zwei oder vier bei *Clepsine* u. s. w. Sie liegen gewöhnlich im vorderen Körpertheile, auf den ersten Segmenten des Mundsaugnapfes, und bestehen in Bechern oder Einstülpungen der Körperdecken, welche mit einem Choroidalpigmente ausgekleidet sind und einen lichtbrechenden Körper einschliessen, zu dessen Basis sich Nervenfäserchen begeben. Man hat ebenfalls Sinnesgrübchen beschrieben, die lange, helle, kreisförmig gestellte Zellen enthalten, wie bei *Hirudo*, bei *Haemopis*, *Nephelis* u. s. w.

Der Verdauungscanal bietet einige besondere Einrichtungen dar. Der Mund liegt entweder im Grunde eines von Lippen umsäumten Saugnapfes und zeigt die Gestalt eines Löffels, wie bei *Hirudo*, oder er findet sich am Ende eines ausstreckbaren Rüssels. In diesem letzteren Falle, bei den Rhynchobdelliden (*Clepsine, Branchellion, Piscicola*) besitzt der Mund keine Kinnladen und der mit einem besonderen Muskelapparate zum Ausstrecken und Einziehen versehene Rüssel wirkt als Saugapparat. Bei den mit Kinnladen versehenen Egeln, den Gnathobdelliden, können nur zwei zahnlose Kinnladen, die eine rücken-, die andere bauchständig, vorhanden sein (*Branchiobdella*). Indessen ist die Zahl drei am häufigsten und bei gewissen Gattungen sind die zahlreichen, auf der Kinnlade sitzenden Zähnchen zugespitzt (*Haemopis*) oder stark und abgestumpft (*Aulastomum*). Auf den Mund folgt ein muskulöser Schlundkopf, der bei *Aulastomum* lang und stark ist und sich in einen Darm fortsetzt, der bald einfach und cylindrisch ist (*Nephelis*), bald durch mit einem Schliessmuskel versehene Falten getheilt wird (*Pontobdella*), bald in der Nähe der inneren Segmente sich einschnürt und seitliche Blindsäcke trägt, wie bei *Hirudo*, die aber der Zahl nach bei den verschiedenen Gattungen Abwechselungen unterworfen sind. Bei *Piscicola* existiren deren zehn Paare, bei *Clepsine* sechs u. s. w. Die zwei hinteren Blindsäcke sind immer länger als die übrigen und erstrecken sich bei einigen Gattungen (*Clepsine, Haemopis*) bis zum Körperende, indem sie parallel mit dem Mastdarme verlaufen. Bei gewissen Gattungen (*Clepsine*) zeigen diese beiden langen endständigen Blindsäcke eine gewisse Tendenz zur Verzweigung, indem sie auf ihrer Aussenseite Nebenblindsäcke aussenden. Endlich fehlen sie auch vollständig bei denjenigen Blutegeln, bei welchen der Verdauungscanal cylindrisch ist (*Trocheta, Nephelis*). Der Mastdarm ist gewöhnlich regelmässig cylindrisch, selten eingeschnürt (*Branchiobdella*) oder mit kleinen seitlichen Blindsäcken versehen (*Clepsine*). Er mündet durch den After auf der Rückenseite der hinteren Haftscheibe.

Das Gefässsystem ist im Ganzen noch wenig bekannt. Es scheint seinen höchsten Grad von Einfachheit bei *Branchiobdella* zu erreichen, wo die beiden Seitengefässe fehlen und nur zwei Gefässe existiren, welche den Mittellinien des Körpers entlang laufen, das eine, in seinem vorderen Theile contractile, auf der Rückenseite, das andere auf der Bauchseite, wo es die Ganglienkette umfasst. Diese zwei Gefässe sind durch Gefässbogen mit einander verbunden

und entsenden Zweige bis in die Eingeweidehöhle, welche nicht in deutliche Kammern getheilt ist und eine Flüssigkeit einschliesst, die bewegte Kügelchen enthält und mit derjenigen des contractilen Rückengefässes in Beziehung zu sein scheint. Bei den Rhynchobdelliden ist das Rückengefäss mit Klappen versehen (*Clepsine, Piscicola*), die bei den Gnathobdelliden fehlen; diese Klappen bestehen aus Zellenelementen, welche sich ablösen und die Blutkörperchen zu bilden scheinen, welche im Plasma schwimmen. Bei *Nephelis* trifft man zwei durch Quercommissuren mit einem einzigen Mittelgefässe vereinigte Seitengefässe an; dieses Mittelgefäss erstreckt sich nach Bidder auf der Bauchseite in der ganzen Körperlänge hin. Die Queranastomosen verzweigen sich in ein an beiden Körperenden entwickeltes, sehr complicirtes Netz. Endlich existiren bei den der Gattung *Hirudo* nahe stehenden Egeln vier Längsgefässe, zwei Seiten-, ein Rücken- und ein Bauchgefäss, die durch sehr complicirte Anastomosen verbunden sind.

Die äussersten Verzweigungen der Blutgefässe bis in die oberflächlichen Schichten der Haut, wo sie zahlreiche Capillarnetze bilden, scheinen eine Art Hautathmung zu sichern, welche wahrscheinlich localisirtere Respirationsorgane nicht ausschliesst, deren Existenz man schon wiederholt vermuthet hat, ohne bisher eine genügende Beweisführung leisten zu können. Bei *Branchellion* spielen blattartige Fortsätze, die auf den Seiten des Körpers liegen und ein reiches Netz von Blutcanälchen enthalten, wahrscheinlich die Rolle von Hautkiemen.

Was die Pigmentcanälchen betrifft, welche man bei vielen Egeln findet, so ist das Studium ihrer Vertheilung und ihrer Beziehungen zu dem Blutgefässsysteme noch nicht unternommen worden. Ungefähr das Gleiche gilt für die vergleichende Anatomie der Segmentalorgane in der Gruppe der Hirudineen. Bei den niederen Formen sind diese Organe als Schleifencanäle beschrieben worden, die mit grossen Drüsenzellen, auf welchen zahlreiche Wimperhaare sitzen, ausgekleidet sind. Diese Schleifencanäle besitzen eine innere Wimperöffnung, welche in die Lücken des Körperparenchyms mündet und eine oberflächliche Oeffnung, welche auf den Seiten der Bauchfläche ausmündet. Bei *Branchiobdella astaci* soll ihre Zahl auf zwei Paare reducirt sein, das eine in der vorderen Körperhälfte, das andere in der hinteren Region. Bei *Aulastomum gulo, Clepsine complanata, Nephelis vulgaris* u. s. w., die neulich von O. Schultze untersucht wurden, existiren in dem Drüsenorgane mit Röhrchen versehene Zellen, analog den bei Hirudo beschriebenen, und der Ausführungscanal mündet entweder direct nach aussen oder in eine Blase wie bei Hirudo.

Der Hermaphroditismus ist die allgemeine Regel bei den Egeln, ausgenommen bei den kleinen Hirudineen, die man auf den Hummereiern antrifft, den *Histriobdellen*. Die männliche Geschlechtsöffnung mündet fast immer in der vorderen oder mittleren Körpergegend, vor der weiblichen Oeffnung (ausgenommen bei *Branchiobdella*). Die Hoden sind meistens vielfach vorhanden und paarweise in einer gewissen Anzahl von Körpersegmenten vertheilt. Es existiren deren fünf Paare bei *Branchellion*, sechs bei *Piscicola*, acht bei *Haemopis*, zwölf bei *Aulastomum*. Bei *Branchiobdella* sind sie auf ein einziges, gegen die Körpermitte hin gelegenes Paar beschränkt; der Same ergiesst sich in zwei Samenleiter, welche nichts anderes sind, als die mit Bezug auf diese Verrichtung umgewandelten Canälchen der Segmentalorgane. Die beiden Samenleiter laufen immer auf der Bauchseite hin; sie empfangen bei den Egeln mit mehreren Hodenpaaren die kurzen von jedem Hoden herkommenden Seitencanäle. Sie münden in einen geknäuelten Nebenhoden, der mit einer hellen Flüssigkeit erfüllt ist und als Drüse zu functioniren scheint. Jede Nebenhode öffnet sich an der Basis eines Aus-

spritzungsganges mit Muskelwänden, welcher sich in eine zweifach gespaltene (*Rhynchobdelliden*) oder fadenförmige (*Gnathobdelliden*) Ruthe endet. Die Ruthe trägt gewöhnlich an ihrer Basis eine zellenartige oder röhrenförmige, bisweilen sehr entwickelte Vorsteherdrüse. Bei *Trocheta*, *Nephelis* ist sie sehr kurz und auf einen kleinen Knopf reducirt; bei *Aulastomum* hingegen ist sie ausserordentlich stark und lang. Die Ruthe wird im Momente der Begattung nach aussen gestossen.

Die stets paarigen Eierstöcke haben bei den *Rhynchobdelliden* die Gestalt langer häutiger Säcke, die sich hinter der weiblichen Geschlechtsöffnung den Hodenreihen entlang ausbreiten; bei den *Gnathobdelliden* hingegen bilden sie zwei kugelartige Massen. Die Eier ergiessen sich in zwei sehr kurze (*Clepsine*) oder längere, zusammengebogene und von einer Drüsenmasse umhüllte Eileiter. Die Eileiter enden in einer weiten sackförmigen Scheide, welche bei den meisten *Rhynchobdelliden* fehlt. Bei *Branchiobdella* scheinen die Eileiter sowie die Samenleiter umgewandelte Segmentalcanäle zu sein. Die Befruchtung ist eine innere und die Begattung geschieht gegenseitig. Die Samenthierchen werden zu einer gemeinsamen Masse, in einem Spermatophor gruppirt, welches platzt, sobald es in die Scheide gedrungen ist.

In der Legezeit nehmen die Ringe, welche die Geschlechtsorgane in sich schliessen, an Umfang zu und umgeben sich mit einer dicken Schleimschicht, welche von einer übermässigen Absonderung der oberflächlichen und tiefen Hautdrüsen, die sich in dieser Körpergegend immer reichlich vorfinden, herrührt. Dieser Schleim nimmt die Eier auf, und umhüllt sie, wobei er sich zu einem Cocon von mehr oder weniger beträchtlicher Consistenz verdichtet, dessen Form und Dimensionen je nach den Arten bedeutend wechseln. Das Thier wirft diesen Cocon, der es wie ein Gürtel umgiebt, durch die wiederholten Contractionen seines Körpers ab und legt ihn entweder in feuchtes Erdreich oder auf Wasserpflanzen u. s. w. Bisweilen (*Piscicola*) werden die Eier vereinzelt auf Fische oder Weichthiere gelegt. *Clepsine* bewahrt die ihrigen eine gewisse Zeit lang unter ihrer Bauchseite auf.

Die Entwickelung des Embryos ist direct und das Embryo bietet schon beim Ausschlüpfen die allgemeinen Organisationszüge der Eltern, ausgenommen bei *Clepsine*, deren Ausschlüpfen in einer von derjenigen der erwachsenen verschiedenen Form stattfindet.

Literatur. A. Moquin-Tandon, *Monographie de la famille des Hirudinées* (avec atlas). Paris 1846. — F. Leydig, Zur Anatomie von *Piscicola geometrica*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. I, 1849. — C. Bruch, Ueber das Nervensystem des Blutegels. Ebend., Bd. I, 1849. — De Quatrefages, *Note sur l'Anatomie des Sangsues*. *Annales des Sc. nat.*, 3. Serie, Bd. VIII, 1847. — Id. — *Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés*, *Mémoire sur le Branchellion*. Ebend., Bd. XVIII, 1852. — Gratiolet, *Mémoire sur l'organisation du système vasculaire de la Sangsue et de l'Aulastome*. Ebend., Bd. XIV, 1850, und 4. Serie, Bd. XVII, 1862. — F. Leydig, Die Augen und neue Sinnesorgane der Egel. Arch. f. Anat. und Physiol., 1861. — Anatomisches über Branchellion und Pontobdella. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. III, 1851. — Handbuch der vergleichenden Anatomie, Tübingen 1864, und Tafeln zur vergleichenden Anatomie, Foliobd. — Leuckart, Parasiten des Menschen, Bd. I, Leipzig 1863. — H. Rathke, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hirudineen. Leipzig 1862. — Dorner, Ueber die Gattung Branchiobdella. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XV, 1865. — Bidder, Untersuchungen über das Blutgefässsystem einiger Hirudineen. Dorpat 1868. — Vaillant, *Contribution à l'étude anatomique du genre Pontobdella*. *Ann. des Sc. nat.*, 5. Serie, Bd. XIII, 1870. — Ch. Robin, *Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées*. Paris 1875. — G. H. Hoffmann, Zur Entwickelungsgeschichte der Clepsinen. Niederl.

Arch., 1877. — O. Bütschli, Entwickelungsgeschichtliche Beiträge (Nephelis). Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXIX, 1877. — Hermann, Das Centralnervensystem von *Hirudo medicinalis*. München 1875. — Ranke, Die Augen des Blutegels. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXV, 1875. — Whitmann, *The Embryology of Clepsine. Quart. Journ. of microsc. Science*, Bd. XVIII, 1878. — Hoffmann, Untersuchungen über den Bau und die Entwickelungsgeschichte der Hirudineen, in Natuurk. Verh. Holl. Maatsch. d. Wetensch. 3 Verz. Haarlem 1880. — V. Lemoine, *Recherches sur l'organisation des Branchiobdelles. Assoc. franç. pour l'avancement des sciences. Congrès de Reims*, 1880. — C. Viguier, *Mémoire sur l'organisation de la Batracobdelle. Arch. de Zool. expérimentale*, Bd. VIII, 1880. — Ray-Lankester, *On the connective and vasifactive tissue of the medicinal Leech. Quart. Journ. Microsc. Sc.*, Bd. XX, 1880. — *On intro-epithelial capillaries in the integument of the medicinal Leech.* Ebenders., ebend. — Bourne, *On the structure of the nephridia of the medicinal Leech.* Ebend., Bd. XX, 1880. — G. Joseph, Ueber die dunkelgrünen Pigmentnetze im Körper des Blutegels. Zool. Anzeiger, 1883, No. 141. — Oskar Schultze, Beiträge zur Anatomie des Excretionsapparates der Hirudineen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXII, 1883. — G. Carlet, *Sur la morsure, la succion et la déglutition chez la Sangsue. C. R. de l'Académie des sciences de Paris*, Bd. XCVI, 1883.

Classe der Rundwürmer (*Nemathelmintha*).

Im Gegensatze zu der Classe der Plattwürmer, welche wir soeben behandelt haben, hat man unter dem Namen Rundwürmer eine Classe aufgestellt, welche fadenförmige, cylindrische Würmer von rundem Querschnitte umfasst. Diese Thiere, zum grösseren Theile Endoparasiten, unterscheiden sich von den vorhergehenden ausserdem noch durch die Abwesenheit einer Metamerenbildung; sie bieten immer nur eine oberflächliche Ringelung dar, die keiner inneren Segmentation entspricht. Die meisten zeigen getrennte Geschlechter.

Man theilt sie gewöhnlich in zwei Ordnungen ein:

1. Ordnung: Die Fadenwürmer (*Nematodes*). — Rundwürmer, deren Körper von einer quer gerunzelten, festen, chitinösen Haut umhüllt wird. Sie besitzen einen vollständigen Verdauungscanal und Seitenfelder, welche die Ausscheidungscanäle enthalten. In der Regel besitzen sie auch getrennte Geschlechter und sind meistens Endoparasiten (*Ascaris*, *Strongylus*, *Trichina*, *Oxyuris* u. s. w.).

2. Ordnung: Die Kratzer (*Acanthocephali*). — Endoparasitische Rundwürmer, denen ein Darmcanal fehlt. Sie tragen am vorderen Körperende einen langen Rüssel, der mit zahlreichen Haken versehen ist, mittelst deren sie sich in den Geweben ihres Wirthes befestigen. Dieser Rüssel kann sich in eine Scheide zurückziehen. Die Geschlechter

sind immer getrennt. Diese Ordnung umfasst nur die einzige Gattung Echinorhynchus.

Anmerkung. — An die Rundwürmer schliesst sich eine gewisse Anzahl abweichender Typen an. Der Plan des vorliegenden Werkes gestattet uns nur eine kurze Erwähnung derselben. Es sind dies:

Die Chaetognathen, die einzige Gattung Sagitta umfassend, Würmer, die frei im Meere leben, mit Strahlen versehene Seitenflossen tragen, einen vollständigen Verdauungscanal und geschlechtliche Zwitterorgane besitzen.

Die Chaetosomen, die zwei Gattungen Rhabdogaster und Chaetosoma begreifend. Ihr Körper ist mit sehr feinen Haaren bedeckt. Sie besitzen einen vollständigen Darmcanal und bewegen sich im Meere mittelst hakenförmiger Anhänge am Bauche. Man kennt sie nur sehr unvollkommen.

Die Desmoscoleciden, deren stark geringelter Körper mit bauchständigen, den Parapoden der Ringelwürmer ähnlichen Borsten bewaffnet ist. Der Darmcanal ist vollständig. Die Geschlechter sind getrennt. Gattung Desmoscolex.

Ordnung der Fadenwürmer (*Nematodes*).

Rundwürmer ohne Wimperhaare und innere Gliederung. Vollständiger Darmcanal (ausgenommen Gordius). Muskulöse Speiseröhre. Geschlechter gewöhnlich getrennt, die meisten Schmarotzer.

Typus: *Ascaris lumbricoides* (Lin.). — Dieser Wurm, einer der grössten in der Ordnung der Fadenwürmer, bewohnt den Darm des Menschen; er ist besonders bei Kindern häufig. Man kann sich ihn leicht in den Spitälern oder durch Vermittelung der Aerzte und Apotheker verschaffen.

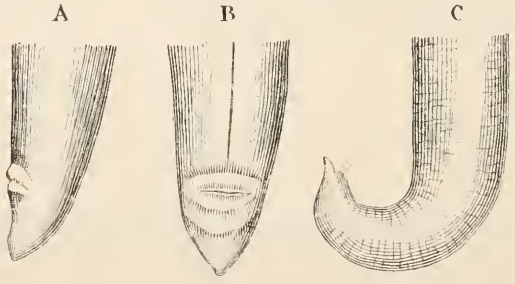
Es ist ein weisser oder leicht gelblicher cylindrischer Wurm, der an seinen beiden Enden spitz zuläuft. Die Oberfläche der durchsichtigen Körperdecken ist durch kleine Querfalten fein gestreift. Wenn man das lebende oder noch ganz frische Thier gegen das Licht hält, bemerkt man im Innern vier dunkle Längslinien, welche die Hautmuskelschicht in vier beinahe gleiche Felder theilen. Die zwei Seitenlinien sind die breitesten, man kennt sie unter dem Namen der Seitenfelder. Die zwei schmaleren Linien sind die Mittelbauchlinie und die Mittelrückenlinie.

Die erwachsenen männlichen Individuen sind etwas kleiner als die weiblichen; sie messen 15 bis 17 cm. Man erkennt sie sofort an ihrem eingerollten Hinterende und an der Gegenwart von zwei Nadeln in der Nähe der Afteröffnung. Sie sind seltener als die Weibchen.

Die erwachsenen weiblichen Individuen erreichen eine Länge von 20 bis 25 cm. Ihr Hinterende ist gerade und besitzt keine Nadeln.

Unter der Lupe unterscheidet man: den Mund, der am Vorderende liegt und von drei Lippen umgeben ist, die wir weiter unten beschreiben werden; den After in Gestalt einer auf der Bauchseite, ganz nahe am Hinterende gelegenen Querspalte; die Geschlechtsöffnung am Weibchen, die mitten auf der Bauchseite, auf dem ersten Drittel des Körpers gelegen ist. Bei dem Männchen mündet der Ausführungscanal der Geschlechtsdrüse hinter der Cloake; die Oeffnung ist von aussen nicht sichtbar; endlich findet man, sehr nahe am Vorderende, aber schon schwieriger, die Oeffnung des Excretionssystems.

Fig. 159.



Ascaris lumbricoides. Hinterende. (Nach Leuckart.). A, Weibchen, im Profil die Afterspalte zeigend; B, dasselbe, von vorn gesehen; C, Männchen, die beiden Nadeln zeigend.

Das Seciren des Wurmes nimmt man unter Wasser vor. Man befestigt ihn auf seiner Rückenfläche und schneidet ihn von einem Ende zum anderen, der Bauchseite entlang, auf, parallel zu der Mittelbauchlinie, welche sich infolge ihrer dunklen Farbe von den Körperdecken abhebt. Man hält die Ränder des Schnittes mit Stecknadeln aus einander und untersucht unter der Lupe die hauptsächlichsten Organe: Darmcanal, Geschlechtsröhren, Seitenfelder u. s. w. in ihrer natürlichen Lage.

Der Gebrauch des Mikroskopes und das Anfertigen von Quer- und Längsschnitten sind jedoch unumgänglich für das Studium der Körperdecken, des Nervensystems, der Ausscheidungsorgane u. s. w.

Die Undurchdringlichkeit der Hüllen des Wurmes ist so bedeutend, dass das Eindringen von härtenden und färbenden Reagentien nur sehr langsam stattfindet. Andererseits lässt die Elasticität der Ober-

haut die inneren Organe hervortreten und ändert die Anordnung der Muskeln, sobald man den Wurm in Stücke zerlegt.

Man kann theilweise diesem letzteren Uebelstande abhelfen, wenn man den lebenden Wurm ganz in eine grosse Menge einer schwachen Lösung von Sublimat, von Chromsäure zu 1 Proc. oder von Müller'scher Flüssigkeit taucht. Die Schwefelpikrinsäure von Kleinenberg, die man einige Tage lang wirken lässt, ist auch ein gutes Fixirungsmittel. Man wäscht hierauf mit sehr schwachem, 30- bis 40 proc. Alkohol, dann vermehrt man fortschreitend den Alkoholgehalt. Starker Alkohol, direct angewendet, schrumpft den Wurm so zusammen, dass er unkenntlich wird.

Um gute Schnitte zu erhalten, muss man das Thier in Stücken von 3 bis 4 cm mit Cochenilletinctur, Pikrocarmin, Boraxcarmin u. s. w. färben und in Paraffin einschliessen.

Körperdecken. — Der Körper des Spulwurmes wird ganz von einer elastischen Chitinhaut überzogen, deren Dicke fast überall die gleiche ist, ausgenommen nahe bei den Lippen, wo sie sehr bedeutend wird. Sie umgiebt den Körper wie ein Futteral und faltet sich nach innen an den Rändern der Mund-, After- und Geschlechtsöffnung, wo ihre Fortsetzung die Chitinbekleidung der verschiedenen Röhren bildet, welche dort ausmünden.

Bei den jungen Individuen ist die Cuticula dünn und gleichartig. Bei den erwachsenen hingegen kann man infolge der wiederholten Häutungen, die während des Wachsthums des Wurmes auf einander folgen, drei Schichten unterscheiden. Man untersucht entweder an feinen Querschnitten oder an Hautfetzen, welche man mehrere Tage lang in Wasser oder in der Müller'schen Flüssigkeit hat maceriren lassen.

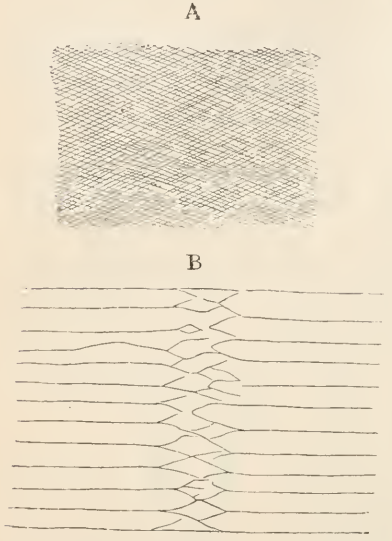
Die Aussenschicht ist die dünnste; sie ist durchsichtig, stark lichtbrechend und von chitinöser Beschaffenheit; sie widersteht der Wirkung von Alkalien indessen weniger als das Chitin der Arthropoden. Unter dem Mikroskope zeigt sie sich quer gestreift und aus Bändern mit parallelen Rändern zusammengesetzt, die durch sehr feine Furchen getrennt sind, welche an den beiden Körperenden undeutlich werden. In den Seitenfeldern werden diese Bänder von schrägen Furchen unterbrochen, welche die Fortsetzung der vorhergehenden sind. Auf diese Weise werden die Bänder, deren Länge dem halben Umfange des Wurmes gleichkommt, den Seitenfeldern entlang durch oft unregelmässige oder unvollständige, keilförmige Stücke verbunden, deren Anblick wir Fig. 160, B (a. f. S.) darstellen.

Durch Zerzupfung von Stücken der Oberhaut, die lange macerirt worden sind, kann man diese Bänder isoliren.

Auf diese Aussenschicht folgt eine dickere Doppelschicht, die unter starken Linsen Granulationen aufweist, welche sie dunkler

machen. Ihr Aussehen wechselt übrigens je nach den Individuen und den Körpergegenden. Im Allgemeinen zeichnet sich diese Schicht durch eine feine schräge Streifung aus, die von sehr dünnen, in zwei Höhenlagen angeordneten Fäserchen herrührt. Da die Richtung der Fäserchen in diesen zwei Lagen entgegengesetzt ist, so bietet die Flächenansicht eine Schraffirung mit durchkreuztem Streifen dar (A, Fig. 160). Durch Zerzupfungen gelingt es, die Lamellen der Faserschicht zu trennen und auf jeder die einfache schräge Streifung zu sehen.

Fig. 160.



Ascaris lumbricoides. Oberhaut. A, Anblick der Fibrillenschicht des Hypoderms, die Kreuzung der Fäserchen zeigend. B, Querstreifung der Epidermisschicht in der Flächenansicht. Die Abbildung ist nach einem Oberhautstücke, das über einem der Seitenfelder abgelöst wurde, aufgenommen worden. Man sieht die keilförmigen Vereinigungen der Epidermisbänder.

In einigen Fällen unterscheidet man eine mehr oder weniger durchsichtige und gleichartige Schicht (tiefe Oberhautsschicht), die unter der Faserschicht liegt; ihre Unbeständigkeit hindert uns, eine Beschreibung davon zu geben. Wir wollen nur beifügen, dass die Dicke der Faserschichten innerhalb ziemlich weiter Grenzen variirt, während diejenige der Cuticula beständiger ist; sie nimmt in der Nähe der Längslinien, sowie gegen den Mund, die Lippen etc. hin zu.

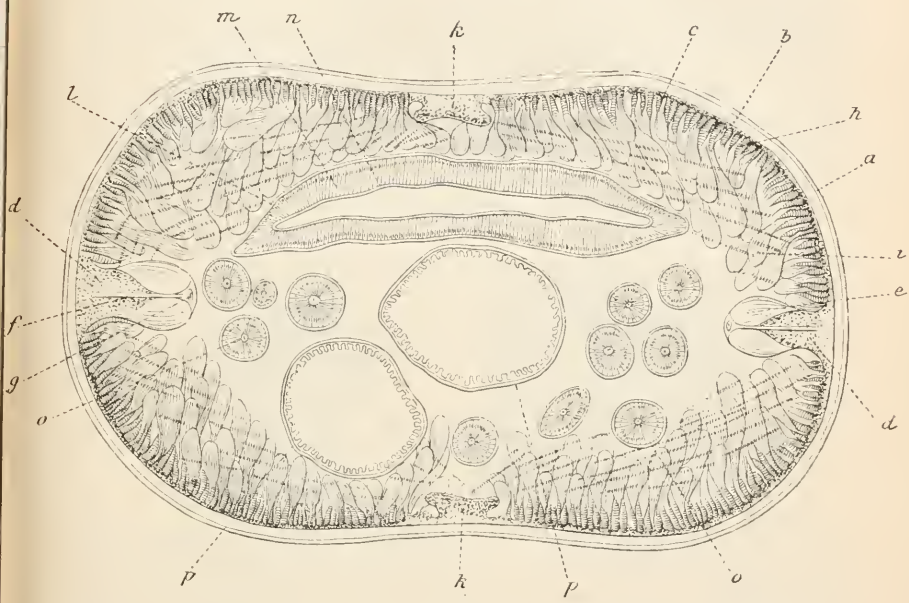
Die Cuticula ist in ihrer Gesammtheit nicht von Poren durchsetzt, wie einige Forscher behauptet haben; sie bietet häufig Concretionen dar, welche unregelmässig abgerundete Flecken vorstellen und wahrscheinlich Kalkablagerungen sind; wir haben jedoch nicht beobachtet, dass Säuren Kohlensäure aus ihnen entwickelten.

Die Cuticula trägt an den Körperenden Papillen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Die dritte Schicht oder Subcuticularschicht (*c*, Fig. 161) kann als die Mutterschicht der vorhergehenden betrachtet werden. Sie ist weich, unregelmässig dick, wesentlich körnig und hängt mit ihrer Innenfläche an der Muskelschicht, zwischen deren Bündel sie eindringt. Ein zelliger Bau kann an ihr nicht wahrgenommen werden und wenn

sie den Anschein eines solchen darbietet, so rührt dieser von der Durchkreuzung der Fäserchen her, die hier und da in ihr Netze bilden. Man nimmt immerhin an, dass diese Schicht ursprünglich von Zellen gebildet wurde, denn man trifft zerstreute Zellkerne darin an und nach Leuckart zeigt sie wirklich an ihrer Innenseite bei einigen Fadenwürmern eine einfache Schicht von kleinen Zellen.

Fig. 161.

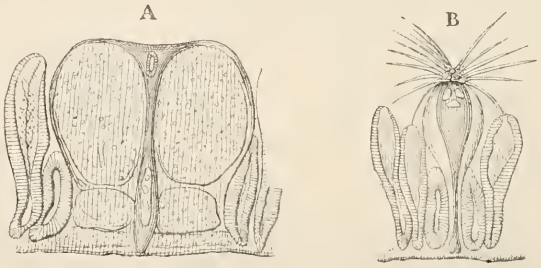


Ascaris lumbricoides, Weibchen. Querschnitt durch die mittlere Körpergegend im Niveau der Geschlechtsröhren. (Die Muskelmassen sind in ihrer natürlichen Lage durch die Erhärtung und die Manipulationen gestört. Sie haben sich von den Aussenwänden des Darmes abgelöst. Wir geben diese Zeichnung nach einem in Paraffin vorgenommenen Schnitte wieder.) *a*, Epidermis; *b*, Fibrillenschicht des Hypoderms; *c*, körnige Schicht (Matrixschicht) des Hypoderms; *d*, wulstige Erhebung der körnigen Schicht, die an der Bildung der Seitenfelder Theil nimmt; *e*, Seitenfelder; *f*, Falte der Cuticula der Seitenfelder, welche in die körnige Masse eindringt und sie der Länge nach in zwei Hälften theilt; *g*, Ausscheidungscanal, quer durchschnitten; *h*, Muskelschicht, gestreifter fibröser Theil der Muskelzellen; *i*, blasenförmiger Theil der Muskeln, gegen das Innere des Körpers gekehrt; *k*, Wulst der körnigen Schicht, die Rückenmittellinie bildend; *k'*, Bauchmittellinie; *l*, äussere Cuticularschicht der Darmwand; *m*, Cylinderepithel des Darmes; *n*, inneres Chitinplättchen des Darmes; *oo*, Eiröhren, quer durchschnitten und die regelmässig um die Rhachis gruppirten Eier zeigend; *pp*, die beiden Eileiter, quer durchschnitten und die Falten ihres papillentragenden Epitheliums zeigend. (Man hat darauf verzichtet, die Eier, welche bei den erwachsenen Spulwürmern immer in ungeheurer Zahl die Höhlung eines jeden Eileiters anfüllen, zu zeichnen.)

Diese Schicht hängt um den ganzen Körper herum zusammen, verdickt sich aber beträchtlich an den Seiten, ebenso längs der Bauch- und Rückenlinie, um Wülste zu bilden, welche die Muskelfelder von einander scheiden.

Seitenfelder. — Man hat diesen Namen zwei mächtigen, mit blossem Auge sichtbaren Längswülsten gegeben, die auf jeder Körperseite liegen und von der Verdickung der körnigen Hypodermschicht herrühren. An der Basis dieser Wülste erhebt sich die Fibrillenschicht leicht, um für sie eine Art Polster zu bilden. Auf Querschnitten constatirt man, dass jedes Seitenfeld auf seiner Innenfläche von einem Chitinplättchen überzogen ist, das sich in der körnigen Masse faltet, so dass es dieselbe in zwei Hälften theilt (*cf*, Fig. 161), die auf dem Durchschnitte eiförmige Gestalt zeigen. Wie in der körnigen Hypodermschicht, so bemerkt man hier und da in der Substanz der Seitenfelder zerstreute Kerne, die letzten Reste einer ursprünglich zelligen Structur.

Fig. 162.



Ascaris lumbricoides. Querschnitte der Längsfalten, welche die Muskelfelder in vier Gruppen theilen. (Nach Leuckart.) A, Durchschnitt eines Seitenfeldes. Man sieht die Theilung der körnigen Masse durch eine eindringende Cuticularfalte, das Lumen des Ausscheidungscanales und einige benachbarte Muskeln; B, eine der medianen Längslinien mit den angrenzenden Muskelzellen. Am oberen Rande bemerkt man das convergirende Bündel der Fortsätze des blasenförmigen Theiles der Muskelfasern, die sich an der Mittellinie inseriren.

Die Seitenfelder, die sich von einem Körperende zum anderen erstrecken, theilen die Muskelmassen in zwei Theile, in einen Rücken- und in einen Bauchtheil. Gegen das Hinterende biegen sie sich einander entgegen und treten auf ihrer Innenfläche mit dem Mastdarme in Berührung. Dieser letztere biegt sich in dieser Gegend gegen die Bauchseite des Körpers, wo er durch den After mündet; die Seitenfelder folgen dieser Bewegung und verschwinden schliesslich, indem sie mit der körnigen Schicht der Cuticula zusammenfliessen.

Gegen das Vorderende hin geht die Endigung der Seitenfelder in ähnlicher Weise vor sich. Da die Körperhöhle sich beträchtlich verengert, so finden sich die Felder der Speiseröhre sehr genähert, in

deren Vordertheil sie an der Bildung des Schlundringes, den wir weiter unten als Centralnervensystem beschreiben werden, Theil nehmen. Ueber diesen Ring hinaus verschmelzen sie bald mit der körnigen Schicht des Hypoderms.

Rücken- und Bauchlinie. — Ausser den Seitenfeldern existiren noch Wülste oder Falten der körnigen Schicht längs der Rücken- und Bauchseite des Körpers, Wülste, welche auch hier die Rücken- und Bauchmuskeln in zwei Felder, ein rechtes und ein linkes Feld scheiden, Diese Wülste bilden die Rücken- und die Bauchmittellinien, welche von gleicher Beschaffenheit und gleicher Consistenz wie die Seitenfelder, aber weit weniger entwickelt sind (*k*, *k'*, Fig. 161 und Fig. 162, B.) Ihre der Körperhöhle zugewendete Seite ist gewöhnlich spitz ausgezogen, bisweilen aufgetrieben, wie Querschnitte zeigen, und dient den Querfortsätzen der Muskelfasern als Befestigungspunkt. Am vorderen Körperende stossen diese zwei Linien an den Schlundring und die Bauchmittellinie trägt sogar an ihrem Begegnungspunkte mit diesem letzteren einen beträchtlichen Haufen von Ganglienzellen, das Bauchganglion. Beide Linien verlaufen, indem sie kleiner werden, gegen die Körperenden hin und verschwinden schliesslich in der körnigen Schicht der Cuticula. Nahe beim After trägt die Bauchmittellinie noch einen, zwar weniger beträchtlichen Ganglienhaufen als am Vorderende, das Afterganglion.

Muskeln. — Die Muskulatur der Fadenwürmer bietet ganz besondere Merkmale dar. Der Spulwurm gehört in dieser Beziehung den Coelomyariern oder Polymyariern an, deren Muskelmasse von Schichten dicker Zellen gebildet wird, die den Raum der Leibeshöhle einnehmen und diese auf einige enge, mit Nährflüssigkeit erfüllte Spalten beschränken. Jede Muskelzelle steht in inniger Verbindung mit der körnigen Schicht der Cuticula, welche von aussen her zwischen die Muskelbündel eindringt, wie man es in *c*, Fig. 161 sieht.

Um diese Bildung zu verstehen, müssen wir in einige Einzelheiten über den Bau der Zellen selbst eintreten. Man studirt sie an durch Zerzupfung abgelösten Zellen und an in verschiedenen Richtungen gelegten Schnitten (*h* und *i*, Fig. 161, 163 und 164, a. f. S.).

Die blasigen Spindalzellen können eine Länge von 2 bis 3 mm erreichen. Man unterscheidet an denselben zwei Regionen: die der Oberhaut zugewandte Hälfte ist quer gestreift; sie bleibt abgeflacht und homogen bei den Platymyariern, bei unserer Art wird sie durch eine mehr oder weniger ausgeprägte Rinne (*a*, Fig. 163 und *b*, Fig. 164) in zwei Hälften getheilt. Der andere beträchtlichere Theil der Zelle ist gegen das Innere des Körpers gekehrt; er ist aufgetrieben, blasenförmig, vier bis fünf Mal länger als der gestreifte Theil und wird von einer sehr feinen Haut umschlossen, welche wesentlich bindegewebiger

Natur zu sein scheint (Leuckart), eine helle, feinkörnige, der Länge nach gestreifte Substanz und einen grossen, kugeligen, mit einem Kernkörperchen versehenen Kern enthält (*bc*, Fig. 163 und *cd*, Fig. 164). Die Substanz (Sarcolemma) der Blase verlängert sich zu einfachen oder vielfachen Fäden (*dd*, Fig. 163), die in jedem Muskelfelde immer der Rücken- oder Bauchmittellinie zugekehrt sind, in deren Verlängerung sie sich mit einander vereinigen. Bisweilen gehen diese sehr verlängerten Fäden über die Mittellinien hinaus und setzen sich auf das entgegengesetzte Muskelfeld fort oder sie wenden sich wohl auch dem Darm zu, auf dessen Aussenfläche sie sich inseriren, indem sie so Strahlenfasern vorstellen, welche eine Längs-

Fig. 163.

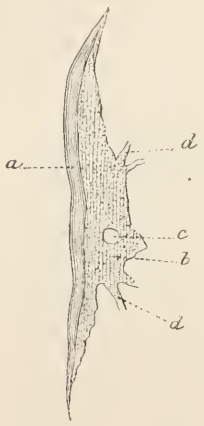


Fig. 164.

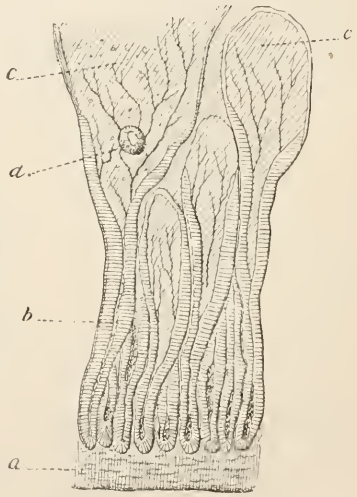


Fig. 163. — *Ascaris mystax*. Eine isolirte Muskelfaser, nach Einwirkung der Alkalien. (Nach Leuckart.) *a*, spindelförmiger, fibröser Theil; *b*, aufgetriebener, blasenförmiger Theil; *c*, Kern; *d d*, Fortsätze des blasenförmigen Theiles.

Fig. 164. — *Ascaris lumbricoides*. Querschnitt eines Theiles der Muskelschicht. (Nach Leuckart.) *a*, körnige Hypodermschicht; *b*, fibröser Theil der Muskelzellen; *c*, aufgetriebener, blasenförmiger Theil der Muskeln; *d*, Zellkern.

streifung darbieten, ganz wie der blasenförmige Theil der Zelle, deren Zubehör sie sind. Da diese letztere Structur besonders in der Schlund- und in der Mastdarmgegend vorhanden ist, so misst Leuckart diesen Fortsätzen die Rolle von Ausdehnungs- und Zurückziehungsmuskeln bei. Wir müssen beifügen, dass in der Nähe der Geschlechtsröhren ähnliche Muskeln sich an die Wände der Ausscheidungscanäle ansetzen.

Die Muskelzellen bilden durch ihre Vereinigung Längsbündel, deren Fibrillentheil mit Querstreifen sich auf den ganzen Umfang der

körnigen Oberhautschicht, mit Ausnahme der Seitenfelder und der Rücken- und Bauchmittellinie, ansetzt. Der blasenförmige Theil erstreckt sich in das Innere der Körperhöhle (*h*, Fig. 161).

Die Bündel sind nach leicht diagonalen Linien angeordnet, welche von den Seitenfeldern zu der Rückenmittellinie und zu der Bauchmittellinie hin convergiren. Die Zahl der Bündel, welche auf Querschnitten bestimmt werden kann, vermindert sich von der Körpermitte aus gegen die Enden hin. Da der blasenförmige Teil der Zellen wenig straff ist, so löst er sich leicht von seinen Verbindungen mit den inneren Organen ab und wird durch die Manipulationen, welchen man das Thier während seiner Präparation unterzieht, von seinem Platze verschoben. So ist gewöhnlich die grosse Axe der Blasen gegen den Darm gekehrt, was dem Ganzen eine strahlige Anlage verleiht; aber die Einwirkuug der härtenden Reagentien, welche die Muskelsubstanz zusammenziehen und einschrumpfen lassen, genügt, um den blasenförmigen Theil vom Darme abzulösen. Daher erhält man in den meisten Fällen Querschnitte, auf welchen der Darm nicht mehr in Verbindung mit der Muskelschicht ist und die Zellen der letzteren mehr oder weniger verschoben sind; absichtlich haben wir einen solchen Schnitt in unserer Fig. 161 dargestellt, damit der Anfänger nicht durch eine vom Zeichner allzu schematisch gehaltene Figur in Verlegenheit gesetzt werde.

Die Entwickelung des blasenförmigen Theiles der Zellen ist hauptsächlich in den vor den Geschlechtsorganen befindlichen Muskeln eine bedeutende. Hier erhält sich auch die ursprüngliche Anordnung am besten. Hinten, den Samen- und Eiröhren entlang, erreichen die Zellen nur noch ausnahmsweise den Darm.

Nervensystem. — Das Nervensystem des Spulwurmes lässt sich nur schwierig studiren. Es ist noch nicht zu einer Bauchganglienkette gruppirt und differenzirt wie bei den Egeln, sondern bietet eine Anlage dar, welche eher an diejenige der Saugwürmer erinnert.

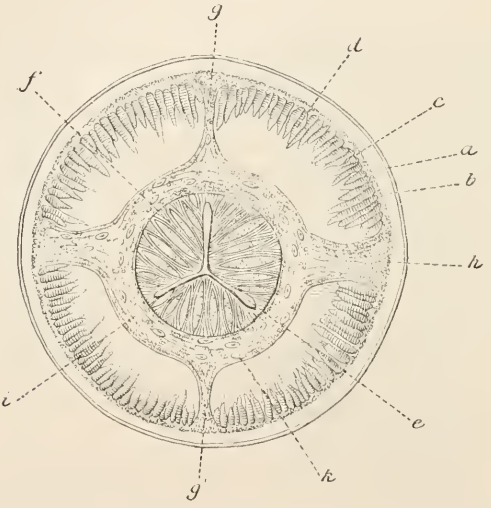
Wir können ein um die Speiseröhre gruppirtes Centralnervensystem und ein peripherisches Nervensystem unterscheiden, welch letzteres vom ersteren ausgeht und sich in Form von Faserbündeln auf jeder Körperseite im Innern der Seitenfelder der Länge nach erstreckt.

Das ganz am vorderen Körperende liegende Centralnervensystem kann man zur Anschauung bringen, nachdem man die Kopfgegend vom Rücken her aufgeschnitten und einfach auf einer Glasplatte ausgebreitet hat (*e*, Fig. 171). Aber da der Nervenring der Speiseröhre den verschiedenen Längsfeldern sehr fest anhängt, so muss man zu Querschnitten, die man 2 oder 3 mm hinter dem Vorderende vornimmt, seine Zuflucht nehmen.

Das Centralnervensystem wird von einem direct an die Speiseröhre auf ihrem ganzen Umfange angelegten Ringe gebildet, der

sich fest an die von den Längslinien gebildeten Falten der Oberhautschichten anlegt. Die körnige Substanz dieser letzteren nimmt unmittelbar an seiner Bildung Theil und macht sogar den grössten Theil seiner Masse aus, welche die Fasern und die Nervenzellen umhüllt. Man trifft unregelmässig in der ganzen Masse des Ringes zerstreute (*i*, *k*, Fig. 165) Ganglienzellen an, die einen oder zwei Fortsätze in einem Kerne mit Kernkörperchen zeigen. Aber sie sind besonders reichlich an den Verbindungspunkten des Ringes mit den zwei Seitenfeldern und der Bauchmittellinie vorhanden und zu Ganglienmassen angehäuft. Sie bilden so die beiden Seitenganglien und das Bauchganglion.

Fig. 165.



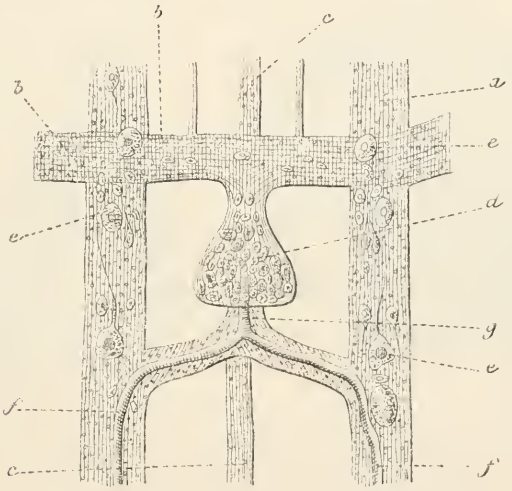
Ascaris lumbricoides. Querschnitt des vorderen Körperendes, durch den Schlundnervenring gelegt. (Nach Leuckart.) *a*, Epidermis; *b*, cuticulare Hypodermschicht; *c*, körniges Hypoderm; *d*, Muskelschicht; *e*, Schlundhöhle; *f*, Muskelbündel der Wand des Schlundkopfes; *g g'*, Bauch- und Rückenmittellinie, an der Stelle, wo sie an den Schlundring grenzen; *h h*, Seitenfelder, an ihrem Berührungspunkte mit dem Schlundringe; *i*, Schlundring, von Nervenfasern und Nervenzellen gebildet; *k*, im Ringe zerstreute Nervenzellen.

Das Bauchganglion (*d*, Fig. 166) ist in dem unpaaren Endcanal des Ausscheidungssystems gelegen und bietet auf Querschnitten die Gestalt eines Dreieckes dar, das mit einem seiner Winkel an die Bauchmittellinie angrenzt, während es mit seiner gegenüberliegenden Seite sich an den Schlundring anlegt. Die Zellen sind zahlreich, besonders gegen diese letztere Seite hin; ihre Fortsätze bilden die Nervenfasern, die in den Ring eintreten.

Die Seitenganglien (Fig. 165 und 166) sind weit weniger gut abgegrenzt, kleiner als das Bauchganglion und die Nervenzellen sind in denselben weniger zahlreich.

Wir haben gesagt, dass die Fortsätze der Zellen, indem sie sich an einander legen, die Nervenfasern bilden, von welchen die einen sich an dem Baue des Ringes betheiligen, während die anderen aus ihm heraustreten, um das peripherische Nervensystem ins Leben zu rufen. Die immer sehr feinen und in der körnigen Masse der Seitenfelder verlaufenden Nerven können nur an Schnitten studirt werden. Nach der Beschreibung, welche Schneider und Leuckart davon gegeben haben, sind die Nerven, welche, vom Ringe ausgehend, gegen

Fig. 166.



Ascaris lumbricoides. Schematische Figur, nach Leuckart, die Anordnung des Centralnervensystems darstellend. *a*, Seitenfelder, mit hier und da in der Nähe des Schlundringes eingestreuten Nervenzellen; *b*, Schlundring; *c*, Bauchmittellinie; *d*, Haufen von Nervenzellen, das Bauchganglion bildend; *e*, Nervenzellen in verschiedenen Ansichten; *f*, Ausscheidungscanäle an der Stelle, wo sie sich einander entgegenbiegen, um einen unpaaren Canal *g* zu bilden, der sich durch einen Ausscheidungsporus auf der Bauchseite öffnet.

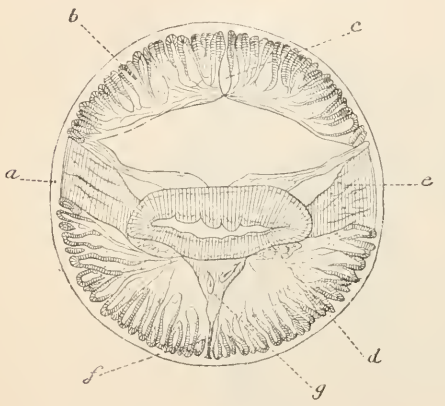
den Kopf sich wenden, in einer Anzahl von sechs vorhanden, von denen zwei in den Seitenfeldern liegen (Seitennerven) und vier zwischen diesen letzteren und der Rücken- und Bauchmittellinie (submediane Nerven von Schneider) hinlaufen.

Hinter dem Schlundringe sollen die Nerven ausschliesslich in den tiefen Schichten der seitlichen Längsfelder, der Rücken- und Bauchlinie localisirt sein. Leuckart, der sie bis in eine Entfernung von einem

Zoll hinter dem Schlundringe hat verfolgen können, nimmt an, dass sie sich bis zum Afterende fortsetzen. Wir haben jedoch niemals Schnitte erhalten, welche diese Nerven deutlich über einen Centimeter hinter dem Schlundringe hinaus zeigten. Weiter hinten vermischt sich die Nervensubstanz derartig mit der körnigen Substanz der Seitenfelder, dass es unmöglich ist, sie zu unterscheiden. Es wollte uns nie gelingen, diesen zwei Substanzen eine unterscheidende Färbung zu geben. Wir wollen auch gestehen, dass wir auf unseren Schnitten den von Leuckart aufgestellten Rückennerven nicht deutlich gesehen haben.

Auf den besten Querschnitten erscheinen die Seitennerven und der Bauchnerv, entsprechend den drei oben erwähnten Ganglien, an der Basis der Falten der Längslinien als kleine, runde, lichtbrechende Massen, die bisweilen einfach, bisweilen vielfach sind, was eine Verzweigung der Nerven in der körnigen Masse anzeigen würde.

Fig. 167.



Ascaris lumbricoides. Querschnitt des Endstückes des Mastdarmes in Verbindung mit den Seitenfeldern und dem Afterganglion. (Nach Leuckart.) *a*, Oberhaut; *b*, Muskelschicht; *c*, Rückenmittellinie; *d*, Darm; *e*, Seitenfelder; *f*, Bauchmittellinie; *g*, Afterganglion.

Der Spulwurm besitzt ausserdem noch ein Afterganglion (*g*, Fig. 167), dessen Beziehungen zum übrigen Nervensysteme noch nicht enträthselt sind. Es liegt im Hinterende des Körpers an der Bauchseite des Mastdarmes, in unmittelbarer Nähe des Afters. Seine Gestalt ist dreieckig wie diejenige des Bauchganglions, aber es ist weniger umfangreich als dieses letztere. Es berührt mit zweien seiner Winkel die Seitenfelder, in welche die aus seinen Zellen hervorgehenden Nervenfasern sich vielleicht fortsetzen, um den vom Schlundringe kommenden Nerven entgegenzugehen; aber wir besitzen keinen Beweis für die Richtigkeit dieser Vermuthung.

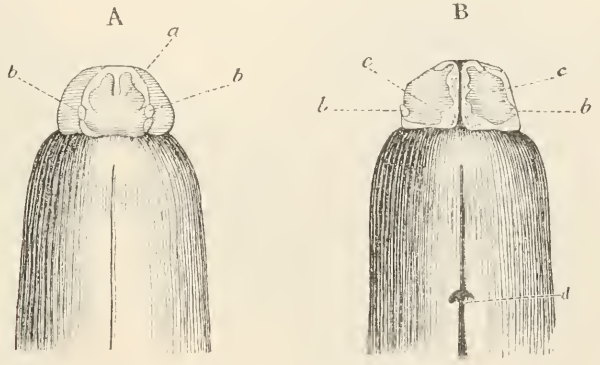
Sinnesorgane. — Der Spulwurm besitzt nur warzenförmige Tastorgane, die von einer Erhebung des subcuticularen Gewebes gebildet werden und besonders in der Nähe des Mundes (*ab*, Fig. 169) und des Afters ausgebildet sind. Diese Papillen besitzen die Gestalt kleiner Knöpfe, in deren Scheitel sich eine kleine Vertiefung befindet. Es ist Leuckart gelungen, zu beobachten, dass Nervenfäden sich bis in die Papillen des Kopfes begeben. Wir sind nicht so glücklich ge-

wesen. Jedenfalls ist die Kenntniss dieser Organe einer Vervollständigung bedürftig.

Verdauungssystem. — Trotz seines innerlichen Schmarotzerlebens besitzt der Spulwurm einen vollständigen Verdauungscanal, der mit einem an dem Vordertheile des Körpers gelegenen Munde beginnt und sich mit einem After endigt, der in Gestalt einer Querspalte auf der Bauchseite nicht weit vom Hinterende mündet (Fig. 159). Der Darmcanal verläuft ganz gerade, ohne Windung, vom Munde zum After. Man kann an ihm drei Gegenden unterscheiden: die Speiseröhre, den eigentlichen Darm (Chylusdarm, Drüsendarm u. s. w.) und den Mastdarm.

Der endständige und kreisförmige Mund öffnet sich in einen engen Trichter, der in die Schlundhöhle führt (*d*, Fig. 172). Diese wird

Fig. 168.



Ascaris lumbricoides. Kopf, vergrössert, die Lippen zeigend. (Nach Leuckart.) A, von der Rückenseite gesehen; B, von der Bauchseite gesehen; *a*, unpaare, rückenständige Lippe, mit zwei Tastpapillen (*b*) versehen; *cc*, die beiden Seitenlippen, die sich auf der Bauchmittellinie berühren, jede mit einer Papille; *d*, Ausscheidungsporus.

von einer Chitinfalte der Oberhaut ausgekleidet und von Lippen umgeben, die mit ihrer Basis an der Haut sitzen, von welcher sie ausgehen.

Der Apparat im Ganzen hat die Form eines kleinen Knopfes (*a*, Fig. 170), der vor der Mundöffnung liegt. Er wird von drei Lippen, einer rückenständigen (*a*, Fig. 168 und 169) und zwei seitlichen (*cc*, Fig. 168 und *b*, Fig. 169) gebildet. Diese letzteren berühren sich, wenn sie gesenkt sind, auf der Bauchmittellinie.

Jede Lippe wird von einem Chitinstücke gebildet, dessen Aussenseite convex ist, während die Seitenflächen eben sind. Der vordere hervorstehende Rand ist scharf; unter starken Linsen zeigt er sich fein ausgezähnt, so dass er harte Gewebe angreifen kann.

Die drei Lippen stossen mit ihren Seitenflächen an ihrem Befestigungspunkte zusammen. Die Oberhaut zeigt hier eine leichte kreisförmige Furche. Sie sind beweglich und können sich heben und von einander entfernen oder durch Senkung einander nähern. Die Längsmuskeln des Körpers setzen sich im Innern jeder Lippe in zwei Bündeln fort, von denen das stärkste die Rolle eines Rückziehers übernimmt, und das schwächste, als Antagonist des ersteren, die Lippen über den Mund herüberklappt, so dass sie fremde Körper ergreifen können.

Fig. 169.

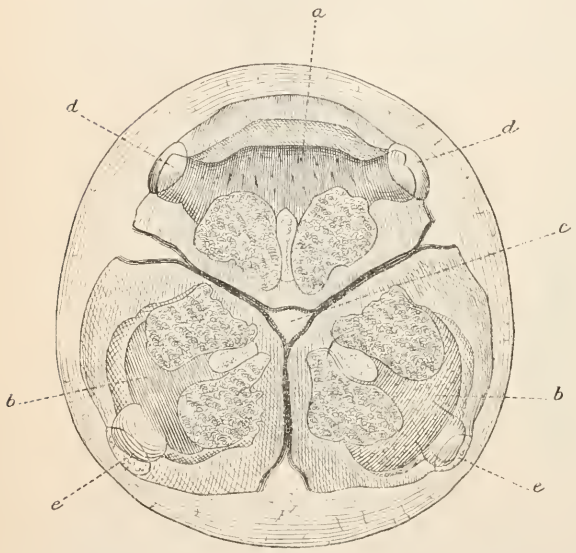


Fig. 170.

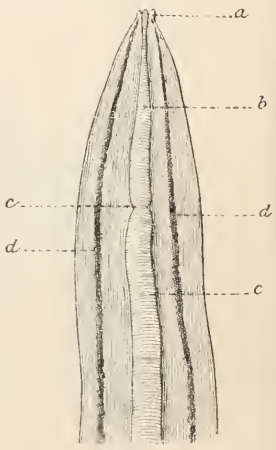


Fig. 169. — *Ascaris lumbricoides.* Lippenapparat von oben gesehen. (Nach Leuckart.) *a*, unpaare, rückenständige Lippe mit zwei Papillen (*d*); *b*, Seitenlippen, jede ihre Papille (*e e*) tragend; *c*, freier Raum, der den flüssigen Nahrungsstoffen Durchgang gestattet, wenn die Lippen gesenkt sind.

Fig. 170. — *Ascaris lumbricoides.* Vorderer Theil des Darmcanales. *a*, Lippenapparat; *b*, Speiseröhre; *c*, eigentlicher Darm; *d d*, Seitenfelder; *e*, Verengerung zwischen der Speiseröhre und dem Darme.

An dem unteren Rande der Lippen liegen die Tastpapillen, von denen wir gesprochen haben. Die rückenständige Lippe, welche die breiteste ist, besitzt zwei Papillen; die übrigen haben nur je eine (Fig. 168 und 169).

Die Speiseröhre (Fig. 170, 171, 172) ist ein enges, cylindrisches Rohr von einer Länge von 6 bis 8 mm. Ihre Wände sind dick und wesentlich von Muskeln gebildet, besonders in ihrem hinteren

Theile. Die immer sehr gut auf Querschnitten sichtbaren Muskelfasern bieten eine strahlige Anordnung (*f*, Fig. 165) dar; sie bilden Bündel, welche sich breit an dem inneren und äusseren Chitinplättchen inseriren und werden von einander durch Räume geschieden, welche mit einer körnigen, zerstreute Kerne enthaltenden Substanz erfüllt sind. Diese Kerne sind wahrscheinlich das Anzeichen eines zelligen Baues der Speiseröhrenmuskeln, analog der Structur der Körpermuskeln.

Die Innenseite der Speiseröhre wird von einem glatten Chitinplättchen ausgekleidet, welches die Fortsetzung des Chitinüberzuges des Mundes ist. Eine ähnliche Lamelle begrenzt die Speiseröhre von aussen.

Auf Querschnitten ist die Speiseröhrenhöhle selten rund, sondern gewöhnlich mehr oder weniger regelmässig dreieckig.

Fig. 171.

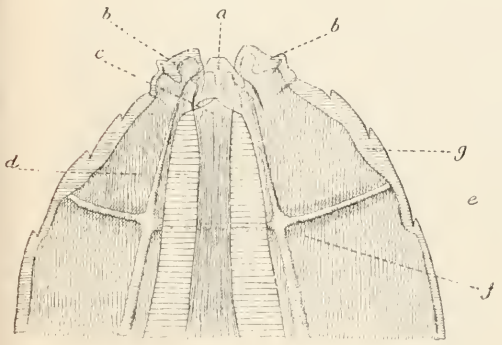


Fig. 172.

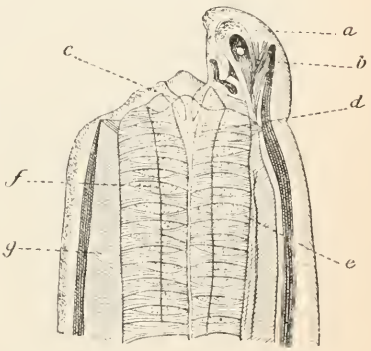


Fig. 171. — *Ascaris lumbricoides*. Vorderende, der Länge nach aufgeschnitten. *a*, rückenständige Lippe; *b*, Seitenlippen; *c*, Speiseröhre; *d*, Muskelschicht der Speiseröhrenwand; *e*, zerschnittener und ausgebreiteter Nervenring; *f*, Begegnungspunkt des Nervenringes mit den Seitenfeldern; *g*, gestreifte Epidermis.

Fig. 172. — *Ascaris lumbricoides*. Sagittalschnitt des vorderen Körpertheiles, den Mundtrichter zeigend. (Nach Leuckart.) *a*, rückenständige Lippe; *b*, Bewegungsmuskeln der Lippe; *c*, freier Raum an der Basis der drei Lippen; *d*, Mundtrichter, in die Schlundhöhle führend; *e*, Muskelbündel der Speiseröhrenwand; *f*, körnige Substanz, welche die zwischen den Muskelbündeln gelegenen Räume ausfüllt; *g*, Schicht der Körpermuskeln.

In ihrem hinteren Theile wird die Speiseröhre durch eine runde Furche, eine Art Schliessmuskel, verengert, die sich im Augenblicke der Einführung der Nahrungsmittel schliesst und nachher öffnet, um die Speise in den eigentlichen Darm fliessen zu lassen.

Man kann mit Leuckart die Speiseröhre in ihrer Gesammtheit als einen einfachen Aspirationsapparat für die Flüssigkeiten betrachten, in deren Mitte der Spulwurm bei seinem Wirthe lebt. Sie füllt sich, indem sie ihre innere Höhle durch das Spiel ihrer Strahlenmuskeln

ausdehnt und drängt hierauf ihren Inhalt in den Darm, indem sie einfach diese Muskeln erschlaffen lässt, welche als Antagonisten nur die Chitinplättchen besitzen, deren Elasticität die Höhle auf ihren früheren Umfang zurückführt. Da die Nahrungsmittel zum grösseren Theile flüssig sind, so braucht die treibende Kraft nur wenig beträchtlich zu sein und dies erklärt die Abwesenheit von Kreismuskeln oder anderen Antagonisten der Strahlenmuskeln.

Bemerken wir noch zum Schlusse, dass die Lippen, wenn sie gesenkt sind, wie es die Fig. 168, *c* zeigt, sich nicht genau mit ihrem oberen Rande berühren, sondern zwischen sich einen centralen Raum lassen, durch welchen auch ohne jede Lippenbewegung die Nährflüssigkeiten hindurchgehen können, um in die Speiseröhre zu treten.

Darm. — Der eigentliche Darm ist der längste, weiteste und in Bezug auf die Verrichtung wichtigste Theil des Verdauungsrohres. Er erstreckt sich über die ganze Körperlänge und erreicht bei den erwachsenen Würmern in der Mitte einen Innendurchmesser von 2 mm. Auf Querschnitten zeigt er sich gewöhnlich von oben nach unten abgeflacht und in der Richtung der Seitenfelder verbreitert (*l*, Fig. 161). Nur ausnahmsweise zeigt er in der Nähe der Speiseröhre und des Mastdarmes einen runden Schnitt. In der Nachbarschaft der Geschlechtsorgane wird der Darm von zahlreichen Schlingen, den Ei- und Samenröhren, umsponnen, und die Leibesmuskeln erreichen ihn nicht mehr auf dem ganzen Umfange seiner Aussenseite, wie das weiter vorn stattfindet. Seine Farbe ist bräunlichgelb und der drüsige Bau seiner Wände dient immer dazu, ihn zu charakterisiren.

Fig. 173.

Ascaris lumbricoides. Cylinderzellen des Darmepithels.

Er besitzt keine eigenen Muskeln wie die Speiseröhre und der Mastdarm, die Vorwärtsbewegung der Nahrungsstoffe kann nur durch das Spiel der Körpermuskeln zu Stande gebracht werden.

Seine Innenwand ist glatt und mit einer von sehr feinen Porencanälen durchbohrten Chitinlamelle bekleidet; die Lamelle steht in inniger Verbindung mit der Mittelschicht der Darmwände. Diese wird von einer einzigen Schicht langer, cylindrischer Zellen (*m*, Fig. 161) mit körnigem Inhalte gebildet, in welchem man hier und da Fettkügelchen und einen hellen excentrischen Kern sieht. Die Zellen stehen in (Fig. 173) unregelmässiger Gruppirung wie Palissaden rund um den Darm herum.

Man kann sie durch Maceration in einer schwachen basischen Lösung (Kali oder Natron) isoliren und auf diese Weise constatiren, dass diese Zellen unabhängig von der äusseren Chitinlamelle sind, welche um den Darm herum ein Futteral bildet, dass sie aber mit ihrem der Darmhöhle zugewendeten Rande an Fragmenten der inneren

Lamelle fest hängen bleiben; die innere Lamelle könnte wohl, jeder Zelle entsprechend, in Plättchen getheilt sein. Die cylindrischen Epithelialzellen müssen als Drüsenzellen, die den Verdauungssaft absondern, betrachtet werden. Es ist immerhin wahrscheinlich, dass die flüssigen Nahrungsmittel, von welchen sich der Spulwurm nährt, keine sehr wichtige Umwandlungen zu erleiden haben, bevor sie assimilirt werden, denn wir wissen, dass bei einigen Fadenwürmern, deren Darm sehr eng ist, die Ernährung theilweise durch Osmose vor sich geht.

Der Mastdarm (*b*, Fig. 176) ist cylindrisch und enger als der Drüsendarm, von dem er durch eine leichte Furche getrennt ist. Er unterscheidet sich von ihm, weil seine Aussenwand Muskelfasern enthält, welche dem Darme entlang durchaus fehlen. Sein Epithel wird immer von cylindrischen Zellen gebildet, aber diese Zellen sind kleiner als im Darme. Die innere Chitinlamelle ist sehr dick und derartig gefaltet, dass sie die Innenhöhle zu einem winzigen Canale verengert. Bei den männlichen Individuen dient der Mastdarm als Cloake; der Ausführungscanal der Hodenröhre mündet hinein. Er endigt mit einer queren Afterspalte (Fig. 178), deren Lippen bei den Weibchen hervorstehen und die auf der Bauchseite sehr nahe am Hinterende des Körpers ausmündet. Leuckart hebt die Existenz zweier einzelliger Drüsen mit körnigem Kerne hervor, die auf der Grenze zwischen Darm und Mastdarm liegen. Es ist uns nicht gelungen, sie zu sehen.

Blut. — Dem Spulwurme fehlt ein Gefässystem und mit Unrecht hat man früher die Ausscheidungscanäle als ein solches beschrieben. Die Nährflüssigkeit erfüllt die auf die Räume zwischen den Muskelbündeln und der Aussenwand des Darmes beschränkte Leibeshöhle. Es ist eine durchsichtige, klare, eiweissartige Flüssigkeit, ohne Körner; sie wird durch die allgemeinen Zusammenziehungen des Hautmuskelsystems hin und her bewegt.

Ausscheidungssystem. — Dieses System wird durch zwei lange Canälchen mit sehr engem Durchmesser vertreten, die in die Oberhautschicht gesenkt sind, welche die Innenfläche der Seitenfelder ausserhalb der körnigen Schicht überzieht. Sie werden von einer ausserordentlich dünnen, durchsichtigen und structurlosen Wand umschlossen. Ihr Querschnitt (*g*, Fig. 161) ist gewöhnlich eiförmig. Sie erstrecken sich von einem Körperende zum anderen. Leuckart hat sie ausnahmsweise doppelt angetroffen. Hinten an der Stelle, wo die Seitenfelder sich in der körnigen Schicht der Oberhaut verlieren, verwachsen sie.

Vorn treten diese Gefässe aus den Seitenfeldern heraus, beugen sich einander entgegen bis zur Bauchmittellinie, wo sie sich zu einem kurzen, trichterförmigen Canal (*g*, Fig. 165) vereinigen, welcher mit einem sehr kleinen, auf der Mittellinie der Bauchseite hinter dem Bauchganglion gelegenen Ausscheidungsporus ausmündet.

Die in diesen Canälchen enthaltene Flüssigkeit ist farblos und durchsichtig und kann nur durch die allgemeinen Zusammenziehungen des Körpers herausgetrieben werden, denn in den Wänden der Ausscheidungscanäle giebt es weder Wimperhaare noch Muskelfasern.

Fig. 174.

Ascaris lumbricoides. Männlicher Geschlechtsapparat. *a a*, Darmcanal; *b*, Cloake; *c*, Strang des Hodenrohres, in der Körperhöhle auf der Bauchseite des Darmes zu Schlingen gewunden; *d*, Samenblase; *e*, Ausspritzungsgang; *f f*, Seitenfelder.

Geschlechtsorgane. — Die Geschlechter sind immer getrennt; die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sind von einem Ende zum anderen röhrenartig. Wir werden sie getrennt beschreiben.

Männliche Organe. — Der männliche Geschlechtsapparat liegt in dem hinteren Viertel oder Drittel des Körpers. Er wird von einem einzigen langen Rohre mit kleinem Durchmesser gebildet (an seinem Anfange ist es höchstens $^2/_{10}$ mm breit, erreicht aber 1 bis 2 mm in der Nähe der Samenblase), das sieben bis acht Mal die Gesammtlänge des Thieres erreicht. Es liegt unter dem Darmcanale und in Anbetracht seiner Länge faltet und biegt es sich mehrere Male zu dicht an einander stehenden Schlingen um den Darm herum. Man kann an ihm drei Gegenden unterscheiden: die Hodengegend, welcher entlang die Samenzellen gebildet werden, die Samenblase, welche die ausgebildeten Samenkörperchen einschliesst und den Ausspritzungscanal (*e*, *d*, *e*, Fig. 174).

Das Hodenrohr wird in seiner ganzen Länge von einer äusseren

structurlosen Cuticularschicht, der *tunica propria*, gebildet, welche im Innern von einer Epithelschicht ausgekleidet wird, die aus faserigen, spindelförmigen, übermässig langen Zellen zusammengesetzt ist, welche bis zu 2 mm lang werden können. Diese zu einander parallelen Zellen sind sehr schmal, aber dick; sie ragen in das Lumen des Rohres hinein und bilden Wülste oder Zotten, deren Aussehen je nach den Gegenden des Rohres verschieden ist. Sie enthalten mehrere Kerne. Gegen das hintere Ende des Rohres verschmelzen diese Zellen so mit einander, dass sie undeutlich werden, und eine einzige zusammenhängende Körnerschicht bilden.

Das Rohr umschliesst eine Flüssigkeit, in welcher eine grosse Anzahl Samenkörperchen schwimmen, welche um so weniger ausgebildet sind, je näher am blinden Ende des Rohres man sie untersucht. Diese Körperchen entstehen durch Theilung des Protoplasmas der zahlreich auftretenden Mutterzellen des Samens in zwei, dann in vier Kügelchen.

Fig. 175.

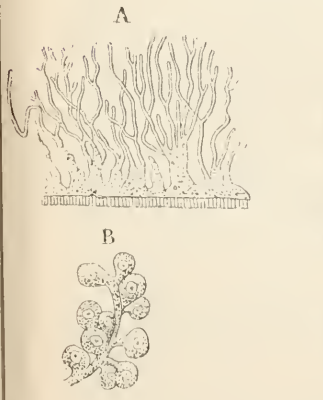


Fig. 176.

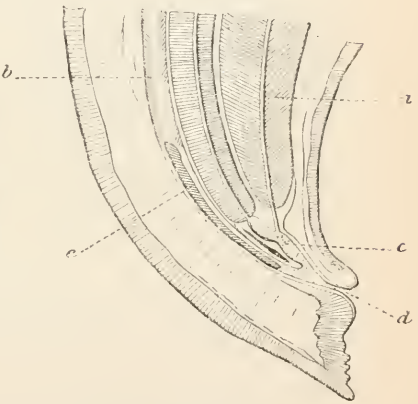


Fig. 175. — *Ascaris lumbricoides*. Männliche Geschlechtsorgane. (Nach Leuckart.) A, Epithelialfransen der Samenblase; B, Rhachis mit Samenzellen; C, isolirte Samenzellen und Samenkörperchen von verschiedener Gestalt.

Fig. 176. — *Ascaris lumbricoides*. Männchen. Längsschnitt des Hinterendes. (Nach Leuckart.) *a*, Samenleiter; *b*, Darmcanal; *c*, Cloake; *d*, After; *e*, Nadel, die Rolle eines Begattungsorganes spielend.

Jede Zelle trägt ein gegen das Innere des Rohres gewandtes Stielchen, das sich mit den Stielchen der benachbarten Zellen vereinigt. So wird in der Axe des Rohres eine Rhachis, eine Art Längsstamm, gebildet (*B*, Fig 174). Nach der Beschreibung, die Ed. van Beneden und Julin von *Ascaris megalocephala* neuestens gegeben haben, zeigt diese Rhachis auf dem Querschnitte die Figur eines Kreuzes, dessen Arme Zellensträusse tragen. Die Arme des Kreuzes können sich gabelig

theilen und dadurch das Aussehen der Rhachis complicirter gestalten.

Die Rhachis endet weit vor der Mündung des Hodenrohres und Leuckart hat unter dem Namen Samengang den einer soliden Axe entbehrenden Theil des Rohres unterschieden, in welchem man freie und reife Samenzellen antrifft, die im Begriffe stehen, die Samenthierchen, welche sie enthalten, in Freiheit zu setzen.

Die Samenthierchen der Fadenwürmer bieten ganz besondere Merkmale dar; der bei den meisten übrigen Thieren vorhandene Schwanzfaden fehlt ihnen. Es sind kugelartige Körperchen ohne Umhüllungshaut, die von einem Tröpfchen körnigen, einen hellen Kern enthaltenden und structurlosen Protoplasmas gebildet werden. Man trifft sie vom Samengange aus längs des ganzen Geschlechtsrohres an und überall bieten sie die gleiche typische Gestalt dar. In dieser Kügelchenform dringen sie in die Geschlechtsorgane des Weibchens, wo sie ihre Entwickelung fortsetzen, ihre Gestalt ändern, kegel- oder birnförmig werden und bis zum Gipfel des Uterus infolge ihrer amoebenartigen Bewegungen vorrücken (*c*, Fig. 175). Man kann sie in frischem Zustande studiren, wenn man das Hodenrohr auf einer Glasplatte in einem Tropfen Kronecker'schen Serums aufgeschnitten hat. Man fixirt sie mittelst einer Lösung von Sublimat oder von 1 proc. Osmiumsäure, welche man nur einige Secunden lang einwirken lässt. Der Kern färbt sich mit Pikrocarmin sehr schön. Wir verweisen für die Beschreibung der Entwickelungsgeschichte der Samenkörperchen auf die citirte Arbeit von Ed. van Beneden und Julin.

Der Samengang, der untere Theil des Hodenrohres, mündet in die Samenblase, welche sich durch ihren grösseren Durchmesser deutlich unterscheidet. Es ist eine weissliche cylindrische Röhre, welche gerade von vorn nach hinten verläuft. Ihr Epithel, in welchem der zellige Bau schlecht angedeutet ist, schiebt nach innen lange, verzweigte, dicht bei einander stehende Fäden vor (A, Fig. 175), welche an amoebenartige Scheinfüsse erinnern. Wenn man sie lebend beobachtet, sieht man sie in der That langsam ihre Form verändern (Leuckart). Dieser Zoologe betrachtet sie als einen Ersatz für die Wimperhaare, welche man in dem Samenleiter anderer Thiere antrifft. Die Länge dieser epithelialen Scheinfüsse ist gegen das hintere Ende der Blase zu weniger bedeutend als in ihrer Mitte. Unter dieser Epithelialschicht nimmt man noch eine feine Lage parallel und schief gestellter Fäserchen wahr, welche der äusseren Oberhautschicht anliegen.

Die Samenblase verengert sich an ihrem hinteren Ende zu einer Art von Schliessmuskel, durch welchen die Samenkörperchen infolge des auf die Blasenwände durch die Körpermuskeln, welche sich daran ansetzen, ausgeübten Druckes hindurchgehen. Der 7 bis 8 mm lange

Canal, der auf sie folgt und den männlichen Geschlechtsapparat beendigt, ist der Ausspritzungscanal. Er ist um vieles enger als die Blase und unterscheidet sich dadurch, dass er in seinen Wänden eine eigene Muskulatur besitzt, welche von Längs- und Kreisfasern gebildet wird, und deren Thätigkeit die Wirkung hat, dass der im Canale befindliche Same bei der Begattung ausgestossen wird. Sein Epithel ist aus langen cylindrischen Zellen zusammengesetzt, welche die innere Höhle auf einen sehr engen Canal beschränken. In seinem hinteren Theile biegt sich der Ausspritzungscanal gegen den Mastdarm hin und mündet in die Cloake aus.

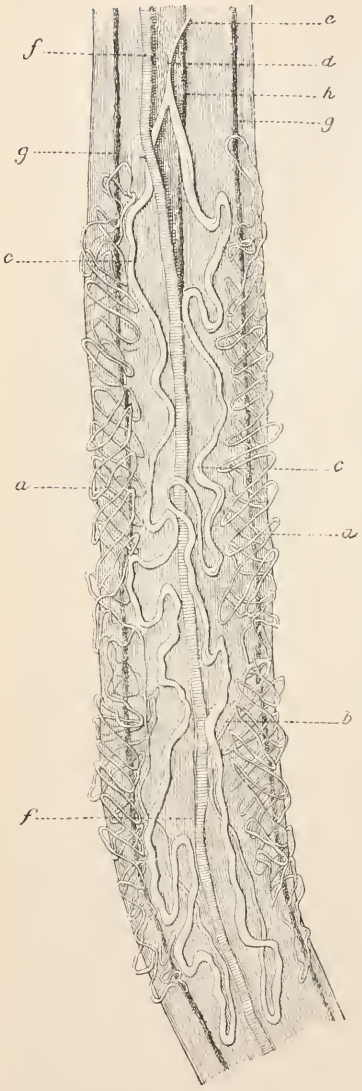
In unmittelbarer Nähe des Ausspritzungscanales und auf dessen Rückenfläche befinden sich zwei längliche Taschen, welche Ausstülpungen der Cloakenwand und wie sie von einer Chitinlamelle ausgekleidet sind. Diese Lamelle ist eine Fortsetzung der inneren Falte der Epidermschicht. Jede dieser Taschen enthält eine stäbchenförmige, ungefähr 2 mm lange Chitinnadel (*Spiculum*), die an ihrer Basis verbreitert ist. Durch diese Basis ist die Nadel mit zwei Muskelbündeln in Verbindung, welche sich einerseits an der Wand der Tasche, andererseits an der Körperwand ansetzen. Mit ihrem freien, leicht abgestumpften Ende kann jede Nadel bei der Begattung, während welcher diese Organe die Geschlechtsöffnung des Weibchens weit offen zu halten haben, aus dem After hervorgestossen werden.

Wir wissen bereits, dass das Schwanzende der männlichen Individuen gegen die Bauchseite gebogen ist (C, Fig. 159). Seine Innenseite ist uneben, quer gerunzelt, eine Einrichtung, welche dem Männchen gestattet, den Körper des Weibchens während der Begattung inniger zu umfassen. Auf jeder Seite der so von dem Schwanze des Wurmes beschriebenen Curve befinden sich Längsreihen von zahlreichen runden Papillen.

Weibliche Organe. — Die weiblichen Geschlechtsorgane schlängeln sich in einer grossen Anzahl von Windungen wie die männlichen Organe und sind ebenfalls auf der Bauchseite gelegen; sie sind jedoch auf ihrer ganzen Länge, ihr Ende ausgenommen, doppelt.

Sie bestehen aus zwei langen Röhren, von denen jede ungefähr die zehnfache Körperlänge des erwachsenen Wurmes erreicht. Wir wollen diesen Röhren entlang vier Abschnitte unterscheiden: ein Anfangsabschnitt, wo die Röhre am engsten ist, bildet den Eier- oder Keimstock, der die noch gestielten und an einer axialen Rhachis befestigten Eier enthält; ein zweiter Abschnitt ist der Eileiter, dessen Durchmesser ungefähr der gleiche ist, in welchem aber die Eier frei sind und zum Uterus herabsteigen; ein dritter Abschnitt, mit weit bedeutenderem Durchmesser, der Uterus, enthält in seiner ganzen Länge Samenkörperchen und an seinem Anfange geht die Befruchtung der Eier vor sich; endlich ein unpaarer, sehr kurzer Endabschnitt, die

Fig. 177.



Ascaris lumbricoides. Weiblicher Geschlechtsapparat. *a a*, die beiden Eiröhren; *b*, Eileiter; *c c*, Uterus; *d*, Scheide; *e*, Geschlechtsöffnung, auf der Mitte der Bauchseite im vorderen Körpertheil mündend; *f f*, Darmcanal; *g g*, Seitenfelder; *h*, Bauchmittellinie.

Scheide, öffnet sich neben der Bauchmittellinie oder mitten auf dieser Linie selbst, am Ende des ersten Drittels der Körperlänge. Die Mündung, die Schamspalte, ist eine kleine Querspalte, deren Lippen etwas über die Körperdecken hinausragen.

Diese verschiedenen Abschnitte unterscheiden sich nicht nur durch ihren Inhalt, sondern auch durch ihren histologischen Bau, der sie indessen nicht immer in sehr scharfer Weise trennt.

Der Eierstock (*a a*, Fig. 177) beginnt mit einem dünn ausgezogenen, blind geschlossenen Ende und besteht in einer langen, weissen, undurchsichtigen Röhre mit dünner Wandung. Diese Wandung ist so wie diejenige des Hodenrohres gebildet; sie besitzt eine äussere structurlose Eigenhaut, die innen mit einem Epithelium ausgekleidet ist, welches aus parallelen, der Länge nach gestreiften, mit körnigen Kernen versehenen Fäserchen besteht. Diese Fibrillen bieten eine entfernte Analogie mit den spindelförmigen Zellen der glatten Muskeln dar und tauchen in eine körnige Grundschicht.

Die Axe der Eiröhre wird von einem fibrösen Strang, der Rhachis, eingenommen, die von dem Beginne des Eierstockes an sichtbar ist und auf welcher die Eier in ungeheurer Anzahl entstehen (Leuckart hat deren bis hundert auf ein und demselben Querschnitte gezählt). Diese letzteren zeigen sich im Anfangstheile der Rhachis in regelmässigen Kreisen um die Axe geordnet, aber im Verhältniss, wie sie sich dem

Eileiter nähern, gruppiren sie sich zu kleinen Trauben und erwerben ihre vollständige Form erst in der Nähe des Eileiters. Diese Eier, welche dazu bestimmt sind, sich später durch die Beifügung von Eiweiss und einer Schale zu vervollständigen, besitzen bereits ein Keimbläschen und einen Keimfleck.

Der Eileiter (*b*, Fig. 177), welcher auf den Eierstock folgt, aber unter der Lupe nicht deutlich von ihm getrennt scheint, unterscheidet sich durch die Abwesenheit der Rhachis. Er umschliesst freie Eier, welche, wenn sie im Ueberflusse vorhanden und zu kleinen Gruppen angehäuft sind, seine Wände ausdehnen und ihm ein knotiges Aussehen verleihen. Ausserdem besitzt er aussen an seiner Eigenhaut eine Schicht von Kreismuskelfasern, welche dem Eierstocke vollständig fehlen. Sein Epithel besteht aus Zellen mit grossen Kernen und schlecht begrenzten Umrissen.

Der Uterus (*cc*, Fig. 177) giebt sich unmittelbar durch seinen grösseren Durchmesser zu erkennen. Er beginnt am Ende des Eileiters und wendet sich zuerst, wenig gewunden, aber ohne Schlingen wie die vorhergehenden Röhren zu bilden, von vorn nach hinten. Etwas vor dem After biegt er sich von hinten nach vorn, behält seinen anfänglichen Durchmesser auf dem grösseren Theile seiner Länge bei, verengert sich aber an seinem Ende etwas, bevor er mit dem Uterusaste der anderen Seite zusammentrifft und sich mit ihm vereinigt, um die Scheide zu bilden.

Der Uterus enthält Eier, welche an seinem Beginne, wenn sie aus dem Eileiter kommen, befruchtet werden (in einer Gegend, welche Leuckart, der grossen Menge von Samenthierchen wegen, die man darin antrifft, den Samenbehälter nennt). Während die Eier längs des Uterus vorrücken, erleiden sie wichtige Modificationen, welche mit der grössten Sorgfalt von Ed. van Beneden bei einer verwandten Art, *Ascaris megalocephala* des Pferdes, vor Kurzem beschrieben worden sind.

Man trifft auch auf der ganzen Länge des Uterus Samenkörperchen von verschiedener Gestalt an, die amoebenartige Bewegungen ausführen und in der Röhre emporsteigen, indem sie sich der Epithelialfalten als Stufen bedienen. Da Wimperhaare nicht existiren, so würden diese Samenthierchen von der herabsteigenden Strömung der Eier mitgerissen, wenn sich nicht eine besondere Einrichtung am Epithel vorfände, dessen tiefe Furchen ihnen erlauben, sich vor der Wirkung dieser Strömung zu schützen.

Die Wand des Uterus wird von einer structurlosen Eigenhaut gebildet, welche aussen von einer Schicht von sehr dicht gedrängten und in einer klebrigen Substanz steckenden Kreismuskelfasern überzogen wird. Die Gegenwart von Längsfasern, von Leuckart behauptet, hat uns nicht sicher geschienen.

Das Epithel des Uterus ist sehr complicirt; wir verweisen für die Einzelheit auf die schöne Arbeit von Ed. van Beneden, „Ueber den Spulwurm des Pferdes.“ Es besteht wesentlich aus grossen, warzigen Zellen, welche im Innern der Röhre hervorragen und deren Dicke besonders gegen die Mitte des Uterus beträchtlich ist. Auf einem Querschnitte bieten sich diese Vorsprünge als Knöpfe (Fig. 178) von verschiedener Gestalt dar, von welchen jeder einen grossen Kern und mehrere Kernkörperchen enthält und die durch Furchen, welche sich gegen ihre Basis von der Eigenhaut verbreitern, von einander getrennt werden. Im Grunde dieser Furchen trifft man die Samenkörperchen an. Auf mittelst Osmiumsäure fixirten Präparaten zeichnen diese Furchen bei der Flächenansicht polygonale Figuren, welche gegen den Endtheil des Uterus hin durch Längsfurchen ersetzt werden.

Das Epithelium des Uterus sondert eine eiweissähnliche Substanz ab, welche die Eier nach der Befruchtung umhüllt. Diese letzteren trifft man darin in einer Anzahl von mehreren Millionen.

Fig. 178.

Fig. 179.

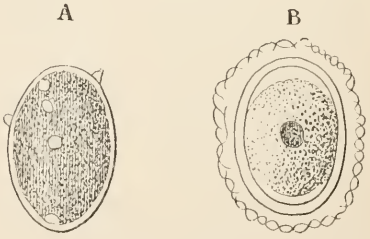


Fig. 178. — *Ascaris lumbricoides.* Epithel des Uterus mit Papillen tragenden Zellen, die innen Wülste bilden. (Nach Leuckart.)

Fig. 179. — *Ascaris lumbricoides.* Eier. (Nach Leuckart.) A, Ei ohne Schale; an der Oberfläche des Dotters bemerkt man zwei Samenkörperchen; B, Ei mit Eiweiss und Schale.

Die Scheide (*d*, Fig. 177) bildet den beiden Eiröhren gemeinsamen kurzen Endtheil. Sie ist cylindrisch, weisslich, wendet sich in gerader Linie von hinten nach vorn und biegt sich in der Nähe der Schamspalte, um nach aussen zu münden. Sie erreicht kaum die Länge eines Centimeters, und ist demnach der kürzeste Abschnitt des ganzen Apparates. Ihr innerer Durchmesser ist sehr klein, und ihre Eigenhaut ist mit einer Innenschicht von Kreismuskelfasern und einer Aussenschicht von Längsfasern überzogen.

Die vollständig ausgebildeten Eier (Fig. 179) sind im Augenblicke, wo sie gelegt worden, eiförmig. Ihr körniger Dotter lässt das Keimbläschen nicht mehr wahrnehmen. Um ihre glatte Schale herum findet sich eine helle, klebrige, gallertartige Substanz von unregelmässig warzenartigem Aussehen. Ihr grosser Durchmesser wechselt zwischen

0,05 mm und 0,065 mm, ihr kleiner Durchmesser von 0,04 mm bis 0,045 mm. Ein Mal gelegt, entwickeln sie ihre Embryonen im Wasser oder in feuchter Erde; es ist wahrscheinlich, dass sie, in diesem Zustande von dem Menschen verschluckt, sich direct in seinem Darme entwickeln können.

Wir verweisen übrigens für die Embryologie dieses Wurmes auf die Beschreibung, welche Leuckart davon geliefert hat.

Die allgemeine Körperform der Fadenwürmer ist immer mehr oder weniger cylindrisch, aber ihre Länge schwankt zwischen mehreren Metern (*Gordius*) und einigen Millimetern (*Trichina*). Das Vorderende ist gewöhnlich am spitzesten ausgezogen (*Trichina*), bisweilen unterscheidet es sich deutlich von der hinteren, die Geschlechtsorgane enthaltenden Gegend durch seinen kleinen Durchmesser (*Trichocephalus*). Die männlichen Individuen sind sehr allgemein kleiner als die Weibchen und durch ihr eingerolltes und mit Nadeln versehenes Hinterende charakterisirt.

Die Körperdecken, aussen immer von chitinöser Beschaffenheit, bieten eine ziemlich grosse Gleichförmigkeit dar. Die Epidermis umhüllt den Körper wie ein festes, elastisches Futteral, das gewöhnlich fein quergestreift ist (ausgenommen bei *Gordius*) und während des Jugendzustandes periodische Häutungen durchmacht. Sie bedeckt eine doppelte oder dreifache (*Ascaris megalocephala*) Faserschicht, welche selbst auf einer mehr oder weniger dicken, weichen und körnigen Schicht, dem Hypoderm, aufruht, das zerstreute Kerne enthält und dessen zelliger Bau selten stellenweise erhalten ist, wie dies nach Meissner für *Gordius* gilt. Die Muskelzellen liegen immer an dieser Schicht an.

Die Oberhaut ist selten mit Dornen oder Stacheln bekleidet (*Cheiracanthus*); bei den Männchen von *Heterakis* trägt sie kleine Saugnäpfchen vor dem After. Sie ist bisweilen am vorderen Körperende gefaltet, so dass sie jederseits vom Munde flügelartige Erweiterungen bildet (*Ascaris mystax* der Katze, *Oxyuris vermicularis*).

Das Muskelsystem bildet in seiner Gesammtheit unter der Oberhaut einen Hohlcylinder, der durch die mittleren und seitlichen Längslinien oder Felder unterbrochen wird. Die Muskelzellen sind gewöhnlich lang und können eine Länge von 2 mm auf eine Breite von 0,126 mm bei *Sclerostomum* (Leuckart) erreichen. Dieselben sind abgeflacht bei den kleinen Arten (*Oxyuris, Dochmius*). Bei den Platymyariern werden sie durch eine dünnere oder dickere Lage Bindegewebe von dem Darme geschieden. Bei den Coelomyariern hängen die Muskelzellen mit ihrem schmalen, quergestreiften Ende der Oberhaut an; sie füllen fast vollständig mit ihrem verbreiterten, blasenförmigen Theile (*Ascaris*) die Leibeshöhle aus. Bei diesen letzteren sendet der blasenförmige Theil der Zellen Querfortsätze aus, welche sich über der Rücken- und der Bauchmittellinie mit einander vereinigen und dort mittelst ihrer Vereinigungspunkte eine Art Längsstrang bilden. Die Zellen sind zu Bündeln angeordnet, welche schräg von den Seitenfeldern zu den Mittellinien verlaufen, in welchen diese Bündel sich unter einem spitzen Winkel treffen.

Bei *Gordius* ist der Muskelcylinder nur durch die Bauchmittellinie, welche Villot für einen Nerven ansieht, unterbrochen. Die Seitenfelder fehlen. Der blasenförmige Theil der Zellen zeichnet vielseitige Felder.

Trotz der Arbeiten von Schneider, Leuckart und Bütschli herrscht noch eine grosse Unklarheit über die vergleichende Anatomie des Nerven-

systems in der Reihe der Fadenwürmer. Was wir davon wissen, ermächtigt uns jedoch anzunehmen, dass die Entwickelung dieses Systems im Allgemeinen der bei unserer Typusart beschriebenen analog ist. Es wäre demnach von einem Schlundringe, der bei *Oxyuris vermicularis* bei durchfallendem Lichte sichtbar ist, gebildet, welcher in unmittelbarer Nähe des vorderen Körperendes liegt und aus Nervenfasern und mono- oder bipolaren Ganglienzellen zusammengesetzt ist, deren Fortsetzungen an der Bildung des Ringes theilnehmen. Diese Zellen sind an den vier Punkten, wo der Ring an die Seitenfelder und die Mittellinien anstösst, in grösserer Anzahl angehäuft. Sie bilden in diesen Punkten Ganglien, von denen das Bauchganglion bei weitem das beträchtlichste ist. Von hier aus gehen auch vier Nerven ab, die sich nach hinten wenden, indem sie den entsprechenden Längslinien folgen, und die wahrscheinlich Verzweigungen bis in die Muskelmassen enden, wo sie sich beendigen würden. Joseph hat neuestens solche Verzweigungen des Bauchnerven vor dem Mastdarme bei *Ascaris megalocephala* und *lumbricoides* beschrieben.

Die nach vorn von dem Schlundringe abgehenden Nerven sollen zahlreicher sein; es soll deren zwei seitliche und vier submediane (Schneider) geben, die sich zur Oberhaut und zu den in der Nähe des Mundes liegenden Tastpapillen begeben.

Um die Speiseröhre herum trifft man bei *Mermis* und anderen noch zerstreute, vom Schlundringe unabhängige Zellen an, deren nervöse Natur aber zweifelhaft ist.

In dem hinteren Körpertheile findet man neben dem After ebenfalls Haufen von Ganglienzellen, die weniger bedeutend als diejenigen des Vordertheiles sind. Bütschli nimmt zwei seitliche und ein Bauchmittelganglion an; dieses letztere ist das Afterganglion.

Was die Sinnesorgane anbetrifft, so kennt man nur Tastpapillen und Augen bei denjenigen Arten, welche ein freies Leben führen.

Die Zahl der Tastpillen schwankt bedeutend je nach den Gattungen und bildet ein Unterscheidungsmerkmal, das in der Zoologie seine Verwendung findet. Diese Papillen bieten sich allgemein als kleine Hervorragungen, kleine Hautknöpfe dar, welche die Gestalt eines abgestumpften Kegels besitzen. Bei *Nematoxys*, die in Amphibien schmarotzen, sind sie über die ganze Körperoberfläche zerstreut, bei *Eustrongylus gigas* dagegen in Reihen längs der Seitenfelder angeordnet. Man hat Nervenfasern nachgewiesen, die sich bis an die Basis der Papillen des Vordertheiles begeben. Das Gleiche gilt wahrscheinlich auch für die hinteren Papillen. Diese letzteren sind bisweilen in einer Anzahl von mehren Dutzenden bei den männlichen Individuen vorhanden, die weiblichen besitzen höchstens zwei.

Bei den nicht schmarotzenden Fadenwürmern (*Enopliden*) bestehen die Augen in Pigmentflecken, die auf der Speiseröhre, ganz nahe an ihrem Vorderende, liegen. Sie fehlen bei den Parasiten immer.

Der Verdauungscanal ist nur bei *Gordius* und *Mermis* unvollständig, wo er sich bei den ausgewachsenen Individuen blindsackartig schliesst.

Der runde oder elliptische Mund ist immer endständig und gewöhnlich von drei, bisweilen sechs Lippen (*Rhabditis*) umgeben, welche vollständig fehlen können (*Anguillula*). Bei *Dochmius* ist der Mund ausserdem auf seinem Bauchrande noch mit sehr starken, hakenförmigen Zähnen und einer kegelförmigen Chitinkralle bewaffnet, welche vorn auf der Rückenseite hervorragt.

Die Lippenpapillen fehlen selten (*Trichocephalus, Gordius*).

Die Speiseröhre scheint niemals zu fehlen, sie ist cylindrisch und in den meisten Fällen von einer mächtigen Schicht von Strahlenmuskeln (sehr schwach

bei den *Trichotrachcliden*) umgeben, welche ihr erlauben, sich für das Saugen auszudehnen. Sie ist bisweilen hinten eingeschnürt und ein kugeliger Schlundkopf, den man bei den kleinen Arten (*Oxyuris*) durchscheinen sieht, setzt sich von ihr ab. Bei *Trichocephalus*, *Trichina* u. s. w. ist die Speiseröhre capillar und auf ihrer Rückenfläche mit einer Reihe von grossen, runden, rosenkranzartig hinter einander gestellten Zellen besetzt. Schliesslich ist sie bei *Rhabditis*, *Oxyuris* u. s. w. im Innern mit Chitinfalten, einer Art von Zähnen, bewaffnet.

Bei *Dochmius* existiren seitlich an der Speiseröhre zwei Paar Röhrendrüsen in Gestalt von länglichen Säcken, von denen die kürzesten, die Halsdrüsen, in den Ausscheidungsporus, und die längsten, die Kopfdrüsen, am Mundrande ausmünden und mit der mächtigen Bewaffnung, welche den Mund beschützt, in Verbindung stehen. Möglicherweise sind es Giftdrüsen.

Der auf die Speiseröhre folgende Darm erweitert sich zu einem cylindrischen Canal, der in gerader Linie bis zum After hin verläuft. Seine gewöhnlich dünnen und muskellosen Wände werden innen von einem Drüsenepithel ausgekleidet, das aus einer einzigen Schicht von körnigen, dunkel gefärbten cylindrischen (*Ascariden*) oder pflasterartigen Zellen (*Dochmius, Sclerostomum*) besteht.

Der Mastdarm ist immer ziemlich kurz, innen mit einer dicken Chitinlamelle, welche seine Höhlung beträchtlich verengert, und aussen mit einer Muskelschicht bekleidet. Er öffnet sich in einen queren, nicht weit von dem hinteren Körperende gelegenen After. Bei vielen Arten existiren neben dem Mastdarme einzellige Drüsen mit körnigem Inhalte, deren feine Ausführungscanälchen sich an den Rändern des Afters öffnen.

Die Seitenfelder, welche von Wülsten der körnigen Oberhautschicht gebildet werden und die Ausscheidungscanäle umhüllen, fehlen bei *Gordius* und *Trichocephalus*. Sie sind bei *Filaria* ungleichmässig entwickelt.

Die Bauch- und die Rückenmittellinie scheinen beständiger zu sein. Die Bauchmittellinie ist bei *Gordius* dick und elastisch. Bisweilen existiren Nebenlinien von gleichem Bau wie die vorhergehenden, welche aber feiner sind und zwischen den Mittellinien und den Seitenfeldern (*Mermis*) hinlaufen.

Die dem Innenrande der Seitenfelder entlang laufenden Ausscheidungscanäle sind nicht in allen Fällen nachweisbar. Sie sind doppelt in jedem Seitenfelde bei *Spiroptera* und dreifach bei *Sclerostomum*; der bei dieser letzteren Gattung breitere Mittelcanal scheint sich bis zum Munde fortzusetzen und soll kein eigentlicher Ausscheidungscanal sein. Sie fehlen bei *Gordius* und *Trichocephalus*. Die Ausscheidungscanäle vereinigen sich in ihrem vorderen Theile zu einem unpaaren, ziemlich kurzen Bauchcanal, der nur bei den Embryonen und den Jungen der kleinen Arten erkennbar ist und in den immer sehr kleinen und schwierig zu sehenden Ausscheidungsporus mündet. Die Flüssigkeit, welche sie ausscheiden, ist immer hell und ohne Granulationen (ausgenommen vielleicht bei einigen Arten, wie *Oxysoma ornatum*, Schneider). Sie dringt von der Körperhöhle aus durch Osmose in den Canal. Leuckart hat sie bei *Dochmius* in Tröpfchen aus dem Ausscheidungsporus infolge Contraction der Canäle, deren dünne und gleichartige Wände indessen keine Muskelfäserchen besitzen, heraussickern sehen. Die früher von Leydig behauptete Gegenwart von subcuticularen Verzweigungen der Ausscheidungscanäle ist nicht bestätigt worden. In der Nähe des unpaaren Endcanals bemerkt man bei einigen Arten (*Strongylus armatus Ascaris spiculigera*) einen Nebencanal, der bisweilen verzweigt ist und sich bis in den Kopf fortsetzt, dessen Beziehung zu dem Ausscheidungssysteme aber schwierig nachzuweisen ist.

Die Geschlechtsorgane sind bei der übergrossen Mehrzahl der Fadenwürmer eingeschlechtlich. Die Gattung *Pelodytes* ist jedoch Zwitter und wahrscheinlich ist *Ascaris* (*Rhabdonema*) *nigrovenosa* nach einander männlich und weiblich, indem die Individuen zuerst Samenthierchen, dann Eier hervorbringen. Es ist auch möglich, dass die Eier dieser Art sich durch Parthenogenese (Leuckart) entwickeln.

Die Geschlechtsorgane sind bei den Männchen wie bei den Weibchen röhrenförmig und auf der Bauchseite unter dem Darme in der mittleren oder hinteren Partie des Körpers gelagert. Ihr Anfangstheil ist als samenbereitende oder Eier hervorbringende Drüse, ihr Endtheil als Ausführungscanal thätig.

Der gewöhnlich unpaare Hoden wird bei *Gordius* und *Dorylaimus* doppelt. Er mündet am Hinterende in die Cloake. In der Nähe des Afters befinden sich die Begattungsorgane, doppelte Chitinnadeln, die seitlich liegen oder der Bauchseite mehr oder weniger genähert sind; dieselben sind jederseits von gleicher Länge oder ungleich (*Spiroptera*), sehr lang und biegsam bei *Dochmius*. Die Nadel kann unpaar sein und bildet dann eine lange, schlanke, von einer Scheide umgebene Ruthe (*Trichocephalus*, *Trichosomum*); diese Ruthe kann auch von der Ausstülpung der Cloake herrühren (*Trichina*).

Bei *Strongylus* und *Dochmius* ist das Schwanzende des Männchens mit membranösen Oberhautfalten versehen, die einen Begattungsbeutel in Gestalt einer Glocke bilden. Dieser Beutel wird hauptsächlich von zwei, hinten durch einen kleinen unpaaren Lappen mit einander verbundenen Seitenlappen gebildet. Diese Lappen, welche sich einander nähern oder sich von einander entfernen können, werden von festeren fingerförmigen Rippen gestützt. Bei der Begattung legt das Männchen seinen Begattungsbeutel auf die Geschlechtsöffnung des Weibchens, welche auf der Mitte des Körpers gelegen ist und bleibt so lange Zeit auf das Weibchen gepfropft. Die beiden Individuen scheinen nur noch eines zu bilden, das die Form eines Y hat. Bei *Cucullanus elegans*, welcher in dem Barsche lebt, existirt auch ein Begattungsbeutel, der aber klein und flach ist.

Die Eiröhren sind in der Regel paarig, können sich aber auch bis zu vier oder fünf vermehren. Man kann an ihnen drei Abschnitte unterscheiden: den Keimstock, den Uterus und die Scheide. Diese letztere ist unpaar und kurz und mündet gegen die Körpermitte hin, am Vorderende (*Trichina*), selten weiter hinten, wie dies bei einigen *Strongyliden* der Fall ist oder ganz am Hinterende (*Anguillula-Tylenchus* des Mutterkorns).

Die Fadenwürmer legen in der Regel Eier. Einige sind jedoch lebendiggebärend; bei diesen letzteren ist die Schale des Eies dünner als bei den übrigen (*Trichina*, *Cucullanus*). Das Ausschlüpfen findet im Uterus statt und die Ausstossung der Jungen geht durch die Geschlechtsöffnung (*Trichina*) oder durch das Zerreissen der Körperwände vor sich (*Filaria medinensis*).

Die Entwickelung ist selten direct. Der Embryo macht Metamorphosen durch, welche hauptsächlich im Wasser oder in der feuchten Erde vor sich gehen (*Anguillula scandens* des Getreides). Einige Arten können sich in einem einzigen Wirthe entwickeln, aber die meisten müssen durch verschiedene Wirthe wandern.

Beim Ausschlüpfen besitzen die Jungen gewöhnlich eine Gestalt, welche derjenigen der Erwachsenen der Gattung *Rhabditis* ähnlich ist; man hat deshalb diesen Namen für die Larvenformen beibehalten, welches auch die Gattung sei, der sie angehören. Die Rhabditiden besitzen nur ausnahmsweise Geschlechtsorgane, wie das bei *Ascaris nigrovenosa* der Fall ist. Diese Larven kapseln sich oft in den Geweben ihres Zwischenwirthes ein und werden erst geschlechtlich, wenn dieser letztere von dem definitiven Wirthe, meistens

einem Wirbelthiere, verspeist wird, in dessen Magen die Kapselwände aufgelöst werden.

Der Uebergang der Larve in den Zwischenwirth kann in passiver Weise geschehen; es ist dies für *Spiroptera obtusa* der Fall, welche im erwachsenen Zustande in der Maus schmarotzt; das Ei wird von den Larven von Tenebrio (Mehlwurm) gefressen, der Embryo schlüpft in ihrem Darmcanale aus und kapselt sich in ihrer Körperhöhle ein und wartet, bis sein Wirth von der Maus verspeist wird, um dann die Geschlechtsreife zu erlangen. Aber die Larve ist häufig activ, das ist der Fall z. B. bei *Cucullanus elegans* (im Barsche) und *Dracunculus medinensis* (im Menschen); die Larve lebt alsdann einige Zeit lang frei im Wasser und dringt von sich aus in den Darmcanal, dann in die Körperhöhle kleiner Krustenthiere der Gattung Cyclops, um später mit diesen in ihren definitiven Wirth übertragen zu werden.

Bei *Gordius* lebt die erwachsene Form frei im Wasser, aber die Larve schmarotzt nach Villot im Innern von Insecten und Fischen (*Phoxinus, Cobitis*).

Wir verweisen übrigens für die Einzelheiten dieser complicirten Entwickelungen auf die speciellen Handbücher.

Die Gattung *Echinorhynchus* unterscheidet sich von allen übrigen Fadenwürmern dadurch, dass sie keinen Darmcanal besitzt und an dem vorderen Körperende mit einem cylindrischen, mit zahlreichen Haken besetzten Rüssel versehen ist. Dieser Rüssel, welcher dazu dient, das Thier an dem Darme seines Wirthes zu befestigen, kann in eine Scheide eingezogen werden, welche innen an einem mächtigen Ligamente befestigt ist, das in der Körperhöhle einen grossen Raum einnimmt. Die Ernährung geht mittelst Osmose durch die Körperdecken vor sich.

Die umfangreichen Geschlechtsorgane können bei durchfallendem Lichte im Körperschlauche gesehen werden. Die Geschlechter sind immer getrennt. Die Eier kommen, nachdem sie gelegt worden sind, in ein wirbelloses Thier (Krustenthier) als Wirth, in welchem die Larve ausschlüpft; aber der Wurm vollendet seine Verwandlungen, die sehr weitläufig sind, und wird erst dann geschlechtlich, wenn der erste Wirth von einem Wirbelthiere (Fisch, Frosch, Wasservogel u. s. w.) verspeist worden ist.

Literatur. Ausser den allgemeinen Werken über die Helminthen:

Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Mermis albicans*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. V, 1854. — Ders., Zur Anatomie und Physiologie der Gordiaceen, ebend., Bd. VII, 1856. — Bischoff, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei *Ascaris mystax*, ebend., Bd. VI, 1855. — Allen Thompson, Ueber die Samenkörperchen, die Eier und die Befruchtung bei *Ascaris mystax*, ebend., Bd. VII, 1856. — Davaine, *Recherches sur l'Anguillule du blé nicllé*, Paris 1857. — Molin, Eine Reihe von Monographien über die Gattungen *Dispharagus, Filaria* u. s. w. Sitzungsber. der Wien. Akad., 1858, 1859, 1860. — Munk, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. IX, 1858. — Kuhn, Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von *Dipsacus fullonum*, Zeitschr. f. w. Zool., Bd. IX, 1859. — Claparède, *De la formation et de la fécondation des oeufs chez les Vers Nématodes*. Genève 1859. — Diesing, Revision der Nematoden, Sitzungsber. d. Wien. Akad., 1860. — J. Lubbock, *Sphaerularia bombi*. Nat. hist. Review, 1860. — C. Claus, Ueber einige in Humus lebende Anguilluliden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XII, 1862. — Eberth, Untersuchungen über Nematoden, Leipzig 1863. — Bastian, *On the structure and nature of the Dracunculus. Transact. Linn. Soc.*, Bd. XXIV, 1863. — Ders., *Monography of the Anguillulidae*. Ebend., Bd. XXV, 1865. — Ders., *On the Anatomy and Physiology of the Nematoids parasitic and frec. Phil. Transactions roy. Soc.*,

Bd. CLV, 1866. — Czermak, Ueber das optische Verhalten der Haut von *Ascaris lumbricoides*. Sitzungsber. der Wien. Akad., Bd. IX. — Perez, *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'Anguillule terrestre. Ann. des Sc. nat.*, 1866. — Leuckart, Untersuchungen über *Trichina spiralis*. Leipzig, 2. Aufl., 1866. — C. Claus, Ueber *Leptodera appendiculata*. Marburg 1868. — Grenacher, Zur Anatomie der Gattung *Gordius*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XVIII, 1868. — A. Schneider, Monographie der Nematoden. Berlin 1868. — Marion, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Nématoïdes non parasites marins. Ann. des Sc. nat.*, Bd. XIII und XIV, 1870 und 1872. — O. Bütschli, Untersuchungen über die beiden Nematoden der *Periplancta orientalis*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXI, 1871. — Ders., Ueber das Männchen von *Trichosoma crassicaudata*. Arch. für Naturgesch., 1872. — Ders., Beiträge zur Kenntniss der frei lebenden Nematoden. Nov. Act. Leop. Acad., 1873, und Abhandl. Senkenb. Naturf. Ges., Bd. IX, 1874. — Ders., Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen, betreffend die ersten Entwickelungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXV, 1875. — Ders., Zur Entwickelungsgeschichte des *Cucullanus elegans*. Ebend., Bd. XXVI. — Ders., Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden. Arch. für mikrosp. Anat., Bd. X. — Welch, *A description of the threadworm, etc. Monthly microscop. Journal*, 1873. — V. Linstow, Beobachtungen an *Trichodes crassicauda*. Arch. f. Naturgesch., 1874. — Ders., Ueber *Ichthyonema sanguineum*. Ebend., 1874. — A. Villot, *Monographie des Dragonneaux. Arch. de Zool. exp.*, Bd. III, 1874. — De Man, *Contribution à la connaissance des Nematoïdes du golfe de Naples*. Leide 1876. — Ders., Die einheimischen, frei, in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden. *Tijdschr. d. Ned. Dierk. Vereen Deel.*, V, 1880. — Leuckart, Die menschlichen Parasiten, Bd. II, 1876. — Fedschenko, Ueber den Bau und die Entwickelung der *Filaria medinensis*. Berichte der Freunde der Naturw. in Moskau, Bd. VIII und X. — O. Galeb, *Organisation et développement des Oxyuridés. Arch. de Zool. exp.*, Bd. VII, 1879. — Orley, Monographie der Anguilluliden, Buda-Pest 1880. — A. Villot, *Nouvelles recherches sur l'organisation des Gordiens. Ann. des sc. Nat.*, Bd. XI, 1881. — Schultess, Beiträge zur Anatomie von *Ankylostoma duodenale*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXVII, 1882. — G. Joseph, Vorläufige Bemerkungen über Muskulatur, Excretionsorgane und peripherisches Nervensystem von *Ascaris megalocephala* und *lumbricoides*. Zoologischer Anzeiger, 1882. — Ed. van Beneden, *L'appareil sexuel femelle de l'Ascaride mégalocéphale. Arch. de Biologie*, Bd. IV, 1883. — Ed. van Beneden et Ch. Julin, *La Spermatogenèse chez l'Ascaride mégalocéphale. Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3. Serie, Bd. VII, 1884.

Ueber die Acanthocephalen: Dujardin, *Histoire naturelle des Helminthes*, Paris 1845. — G. Wagener, Helminthologische Bemerkungen u. s. w. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. IX, 1858. — Leuckart, Menschliche Parasiten, Bd. II, 1876. — Greef, Untersuchungen über *Echinorhynchus miliaris*. Arch. f. Naturgesch., 1864. — Ders., Ueber die Uterusglocke und das Ovarium der Echinorhynchen. Ebend. — A. Schneider, Ueber den Bau der Acanthocephalen. Müller's Arch., 1868, und Sitzungsber. der Oberhessisch. Gesellsch. f. Naturgesch. und Heilkunde, 1871. — A. Andres, Ueber den weiblichen Geschlechtsapparat des *Echinorhynchus gigas*. Morph. Jahrb., Bd. IV, 1878. — Baltzer, Zur Kenntniss der Echinorhynchen. Arch. f. Naturgesch., 1880. — Mégnin, *Recherches sur le développement et l'organisation des Echinorhynques. Bull. soc. zool. de France*, 1882.

Ueber die Chantognathen: Krohn, Anatomisch-physiologisches Beobachtungen über die *Sagitta bipuncta*, Hamburg 1844. — R. Willms, *De Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente*. Berlin 1846. — Gegenbaur, Ueber die Entwickelung der Sagitta, Halle 1856. — Leuckart und Pagenstecher, Untersuchungen über niedere Seethiere. Müller's Archiv, 1858. — O. Hertwig, Die Chaetognathen. Jen. Zeitschr. f. Naturg., Bd. XIV, 1880.

Ueber die Chaetosomen und Desmoscoleciden: Claparède, Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere, 1863. — E. Metschnikoff, Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer. Ueber Chaetosoma und Rhabdogaster. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XVII, 1867. — R. Greef, Untersuchungen über einige merkwürdige Thiergruppen des Arthropoden und Wurmtypus. Berlin 1869. — Reinhardt, Ueber Echinoderes und Desmoscolex der Umgegend von Odessa. Zool. Anzeiger, 1881.

Classe der Sternwürmer (*Gephyrei*).

Cylindrische oder sackförmig aufgetriebene Meerwürmer ohne Gliederung, die weder Parapoden noch Sauggruben, dagegen einen soliden oder von der Speiseröhre durchbohrten, einstülpbaren Vordertheil (Rüssel) besitzen. Der Darmcanal ist immer zusammengewickelt. Segmentalorgane. Nervenring, der mittelst langer Commissuren mit einer Bauchnervenkette in Verbindung steht. Epidermis meistens sehr dick und chitinös. Hautmuskelsystem sehr entwickelt. Weite Leibeshöhle. Getrennte Geschlechter.

Die Sternwürmer leben im Sande, im Schlamme und sogar in Felsen des Meeresgrundes verborgen. Man theilt sie allgemein in drei Ordnungen ein:

1. Nackte Sternwürmer (*Gephyrei inermes*). Ohne Borsten und Haken auf dem Körper. Der Mund liegt an dem vorderen Körperende, welches den Rüssel bildet und ist meistens von einem Tentakelkranze umgeben. Der After ist rückenständig (*Sipunculus*, *Phascolosoma*, *Aspidosiphon*).

2. Bewaffnete Sternwürmer (*Gephyrei chaetiferi*). Kränze von Borsten oder Haken, die ersteren auf dem hinteren Theile, die Haken vorn auf der Bauchseite. Rüssel nicht durchbohrt, da der Mund an seiner Basis angebracht ist. Endständiger After (*Echiurus*, *Thalassema*, *Bonellia*).

3. Röhrenbewohnende Sternwürmer (*Gephyrei tubicoli*). Der am Vorderende des Rüssels gelegene Mund ist von einem Kranze von Kiemenfäden umgeben. Der After befindet sich an der Basis des Kranzes zwischen zwei Geschlechtsöffnungen. Das Thier verfertigt sich eine Chitinröhre, wie manche röhrenbewohnende Ringelwürmer (*Phoronis*).

Diese Classification ist nur eine provisorische. Es ist vorauszusehen, dass die verschiedenen Typen, deren Larvenformen man nicht von einander herleiten kann, in Zukunft zwischen andere Formen

vertheilt werden, so dass die ganze Classe der Sternwürmer dazu bestimmt ist, zu verschwinden.

Typus: *Sipunculus nudus* (L.). Diese Art, welche eine Länge von ungefähr 3 Decimetern erreichen kann, ist an den Küsten des Mittelmeeres, des Atlantischen Oceans, des Canales und der Nordsee sehr verbreitet. Sie lebt im Sande in einer wenig bedeutenden Tiefe und nährt sich von organischen Substanzen, die im Meeressande sich vorfinden, so dass man ihren Darmcanal immer mit Sand vollgestopft trifft, was hindert, vollständige Schnitte vorzunehmen. Man kann die Thiere sich entleeren lassen, wenn man sie mit reinem Meerwasser in Becken mit glattem Boden bringt. Aber man muss täglich die Becken sorgfältig reinigen, denn sie verschlucken den ausgeworfenen Sand wieder und sterben oft, bevor sie den Darmcanal vollständig geleert haben.

Präparation. — Die ausserordentliche Zusammenziehbarkeit des Thieres setzt der Vivisection die grössten Hindernisse entgegen. Man kann alsdann kaum den Inhalt der allgemeinen Körperhöhle, der bei dem geringsten eindringenden Stiche in einem Strahle hervorspritzt, untersuchen oder wohl einige ablösbare Theile, wie die Tentakeln, welche man bei der Ausdehnung mit einem Schnitte der Scheere abtrennt. Das beste Mittel, um sie in der Absicht, ihre Anatomie zu studiren, zu tödten, ist das Chloroform. Sie strecken sich bedeutend aus, bleiben weich und die inneren Organe, Wimpern u. s. w. bleiben noch einige Stunden lang am Leben. Wenn man die Sipunkeln dadurch tödtet, dass man dem Meerwasser eine schwache Quantität von Müller'scher Flüssigkeit, von doppeltchromsaurem Kali oder von Schwefelpikrinsäure zusetzt, kann man die Epidermis ganz und in den meisten Fällen noch mit ihrer Zellenmatrix ablösen. Das Aufschneiden geschieht unter Wasser in der Weise, wie wir es für den Blutegel beschrieben haben. Wenn es sich darum handelt, Schnitte zu fertigen, wählt man die Tödtung mit Pikrinschwefelsäure, welche günstig für die Färbung mit Pikrocarmin vorbereitet. Alkohol von verschiedenem specifischen Gewichte genügt vollkommen für die Härtung.

Allgemeine Körperform. — Der Körper des Sipunculus ist vollkommen cylindrisch, aber dünner am Vordertheile und hinten durch einen abgestutzten Kegel geschlossen. Man unterscheidet an ihm in der Zeit seiner grössten Ausdehnung vier Haupttheile: den Tentakelkranz, der in dünne, längliche und ausgebreitete Blätter ausgeschnitten ist und von einem blassrosenrothen, sehr kurzen und dicken Stiele ohne runzelige Epidermis, wie sie den übrigen Körper bedeckt, getragen wird; den dünnen Rüssel, der von einer unregelmässig gefurchten, dem blossen Auge warzig erscheinenden Epidermis überzogen wird, etwa ein Viertel der Gesammtlänge erreichen und ganz in den Körper eingezogen werden kann. Der Körper selbst wird von einer

Epidermis bekleidet, welche durch sehr deutliche Längslinien und weniger ausgeprägte Querlinien in Reihen kleiner, länglicher Vierecke abgetheilt ist; schliesslich die Endkuppel, die an ihrer Spitze geschlossen, aber oft in Form einer kleinen Spalte nach innen eingezogen ist. Auf der Kuppel nimmt die Epidermis noch ein anderes Aussehen mit verwischten Rauten an. Die Begrenzung zwischen den Hautdecken des Rüssels und denjenigen des Körpers ist sehr scharf, während die Grenze zwischen der Kuppel und dem Körper verwischt ist.

An der Grenze zwischen dem Rüssel und dem Körper bemerkt man drei Oeffnungen: zwei paarige vordere, die sehr klein und ungefähr 1 cm von einander entfernt etwas seitlich gelegen sind; sie führen in die Segmentalorgane; eine dritte mittlere, welche sich leicht durch eine weiche und fast immer vorspringende Papille zu erkennen giebt: es ist der After. Da die Längsnervenkette gerade der Fläche, welche den After trägt, gegenüber verläuft, so ist man mit Recht übereingekommen, diese letztere die Rückenseite zu nennen, die andere dagegen, wo im Innern die Nervenkette verläuft, die Bauchseite. Man wird gut daran thun, diese Stellung des Afters bei der anatomischen Untersuchung in das Auge zu fassen, denn wenn man das Secirmesser entweder rechts oder links vom After hinführt, kann man die Hüllen des Thieres beinahe ihrer ganzen Länge nach spalten, ohne irgend ein wesentliches Organ zu verletzen.

Um das Verständniss dessen, was hier folgt, zu erleichtern, geben wir (Fig. 180, a. f. S) die verkleinerte Abbildung eines solchen Präparates, sowie diejenige eines anderen Präparates (Fig. 181), welches das Vordertheil darstellt. Auf diesen beiden Präparaten ist das Thier in seiner ganzen Länge auf der linken Seite aufgeschnitten und der Hautmuskelschlauch ausgebreitet, so dass die Nervenkette (*nv*) sich links, der Mastdarm mit dem After (*yt*, Fig. 180; *ya*, Fig. 181) rechts befindet. Alle Eingeweide sind in ihrer natürlichen Lage. Man bemerkt vorn den freien oder in den Grund des Rüssels (*a*, Fig. 180 und 181) zurückgezogenen Tentakelkranz. An der Basis des Rüssels setzen sich die vier Zurückzieher des Rüssels (*mrd* und *mrv*) mit ihren vorderen Enden an, während sie sich hinten (*mi*) in einiger Entfernung vom After an den Hautmuskeln befestigen. Auf der vorderen linken Seite sieht man die Nervenmuskeln (*mn*), welche auf beiden Seiten das freie Vorderende des Nervenstammes (*nl*) umgeben. Dieser sendet zahlreiche Aeste zum Rüssel und theilt sich in zwei Aeste, welche die Speiseröhre umgeben, um dann zu dem an der Basis des Rüssels gelegenen Gehirne (*o*, Fig. 181) zu gehen. Zwischen den Zurückziehern, welche man etwas auf die Seite gezogen hat, kann man den Munddarm oder die Speiseröhre (*yb*) sehen, welche, anfangs gerade, eine Krümmung beschreibt, indem sie durch eine Art von Diaphragma, das von den Zurückziehern gebildet wird, hindurchgeht und sich in den Mitteldarm

Fig. 180.

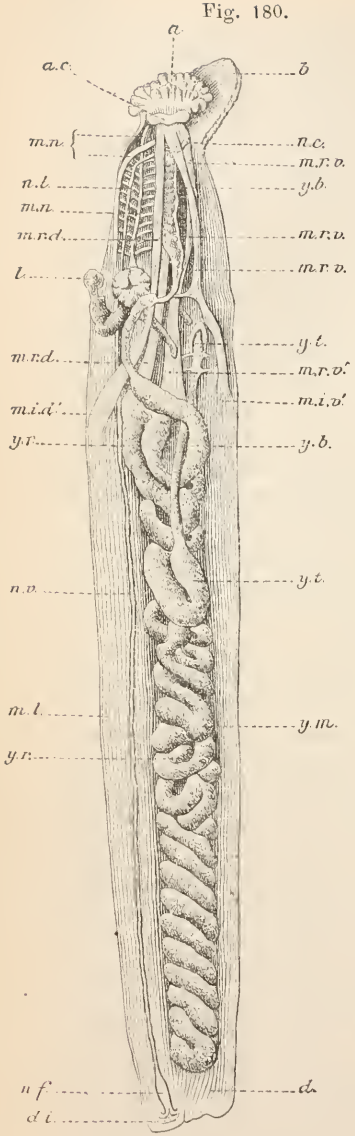


Fig. 181.

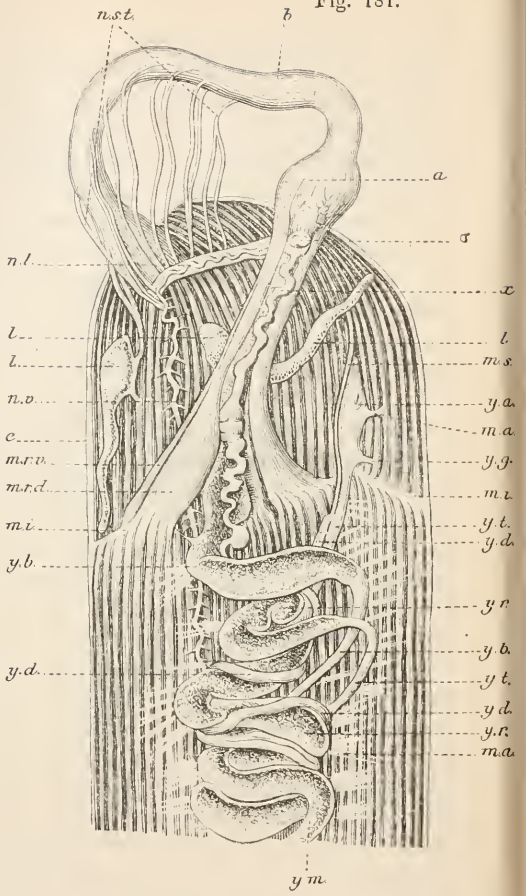
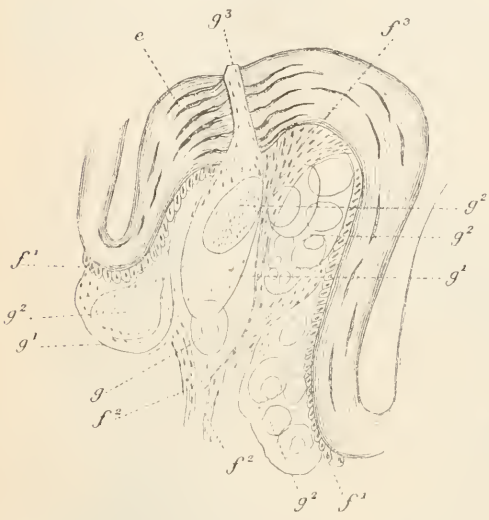


Fig. 180. — Diese Figur, sowie alle folgenden, bezieht sich auf den gemeinen Spritzwurm, *Sipunculus nudus* L. Natürliche Grösse. Kleines Individuum. Das Thier ist seiner ganzen Länge nach auf der linken Seite aufgeschnitten in der Art, dass der Bauchnervenstrang sich links, der After sich rechts befindet. *a*, Tentakelkranz; *b*, Haut des zusammengezogenen Rüssels; *d*, Endkuppel; *di*, eingestülpter Theil der Kuppel; *ml*, Längsmuskeln des Körpers; *mn*, Muskeln des Nervenstranges; *mrd*, dorsale Rückzieher des Rüssels; *mrr*, ventrale Zurückzieher des Rüssels; *mx*, hintere Insertionen dieser Muskeln; *nt*, freier Theil des Nervenstranges im Rüssel; *nv*, Bauchnervenstrang; *nf*, seine endständige Spindel; *yb*, Munddarm; *ym*, Mitteldarm, mit Sand erfüllt; *yr*, rücklaufender Bogen des Darmes; *yt*, Enddarm.

Fig. 181. — Vordertheil eines grossen Individuums mit zurückgezogenem und eingestülptem Rüssel. Die Haut ist durch einen Längsschnitt auf der linken Seite ge-

(gm) fortsetzt. Der korkzieherartig gedrehte Mitteldarm windet sich, anfangs in doppelter, dann in einfacher Schraube, bis gegen das Körperende hinab, steigt sich zurückwendend wieder aufwärts und endigt durch den Mastdarm am After (ga, Fig. 181). Der Mastdarm wird durch starke Muskelbündel und einen besonderen Vorzieher, den sogenannten Spiralmuskel (ms, Fig. 181), in seiner Lage erhalten. Vor dem Diaphragma, welches das Ende des Munddarmes umfasst, befinden sich die zwei Segmentalorgane (l), die theilweise von den Zurückziehern verdeckt werden. Der Nervenstrang liegt zur Linken (nv) in einer tiefen Furche zwischen den Längsmuskeln; er endet am Körperende mit einer spindelförmigen, angeschwollenen Partie (nf, Fig. 180), welche zu den Muskeln zwei Aeste zu senden scheint.

Fig. 182.



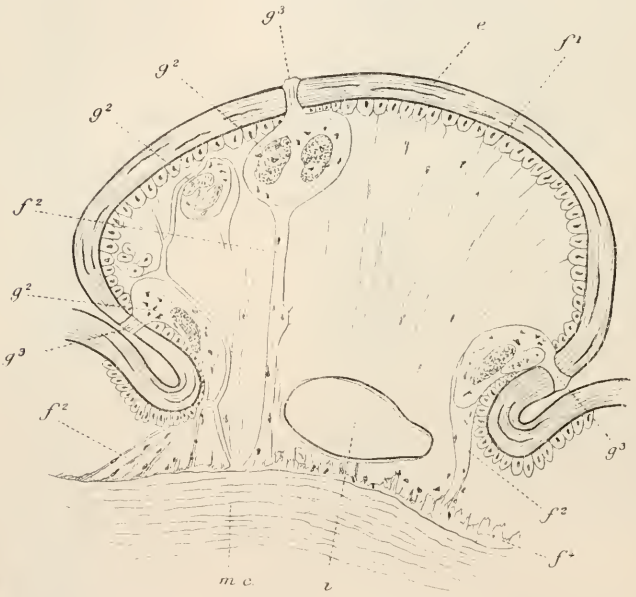
Querschnitt der Körperdecken der Endkuppel. Verick, Obj. 6. Cam. luc. e, sehr dicke Epidermis; f, Hypodermgewebe; f^1, unter der Epidermis befindliches Gewebe; f^2, Fibrillengewebe mit Kernen; f^3, Gewebe, das scheinbar speciell entwickelte Sinnesorgane vorstellt; g, Hautdrüsen; g^1, bindegewebige Hülle; g^2, Protoplasmamasse im Innern; g^3, Ausführungscanal.

Körperdecken. — Wir unterscheiden die folgenden Theile. 1. die Cuticula oder Oberhaut; 2. das Hypodermgewebe, in welches eingebettet sind: 3. die Hautdrüsen; 4. die Pigmenthaufen; 5. die Hypodermcanäle, und schliesslich 6. den Hautmuskelschlauch, der von einer äusseren Kreisschicht, von schrägen Bündeln und von inneren Längsbündeln gebildet wird.

spalten, der Mastdarm zur Seite gelegt und der Rüssel nach vorn gezogen, um seine Muskeln und Nerven zu zeigen. Natürliche Grösse. a, Tentakelkranz, in den Grund des Rüssels zurückgezogen; b, eingestülpter Rüssel; e, aufgeschnittene Körperdecke; l, Segmentalorgane; ma, Befestigungsmuskeln des Darmes; mi, Insertionen der Zurückzieher, eine durchbrochene Scheidewand bildend; mrd, dorsale Rückzieher; ms, Spindelmuskel; nl, freier Theil des Nervenstranges; nst, Nebennerven des freien Stranges, sich zum Rüssel begebend und wie der freie Strang selbst von Muskelstreifen begleitet; nv, Bauchnervenstrang; o, Gehirn; x, dorsaler Tentakelcanal; ya, After; yb, Munddarm; yd, Diverticulum des Darmes; ym, Mitteldarm; yr, rücklaufender Bogen des Mitteldarmes; yt, Enddarm.

Die Oberhaut (*Cuticula*) (*e*, Fig. 182, 183, 184) scheint von chitinöser, aber wenig fester Beschaffenheit zu sein, da sie sich in concentrirten Alkalien auflöst. Sie ist offenbar aus über einander gelegten, durch Ausschwitzung gebildeten Schichten zusammengesetzt und zeigt in der Flächenansicht gekreuzte feine Streifen, welche ihr ein perlmutterähnliches Aussehen verleihen. Sie ist sehr dick an der Endkuppel (Fig. 182), wo sie infolge der Convergenz der Längsmuskeln zwischen den erhabenen Befestigungslinien der Muskeln vertiefte Linien aufweist. Sie erhält sich in etwas verminderter Dicke auf der ganzen Körperlänge und zeigt hier erhabene kleine Vierecke,

Fig. 183.

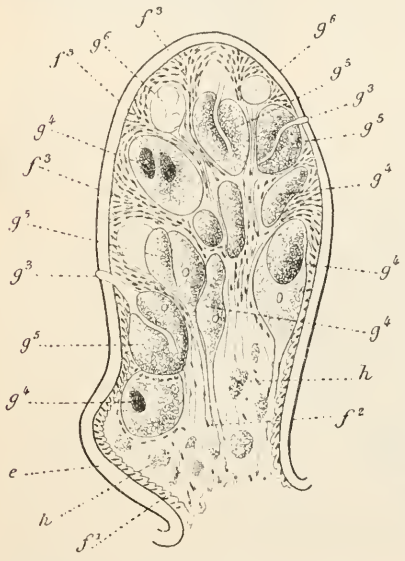


Querschnitt der Körperdecken an der Basis des Rüssels. Verick, Obj. 6. Cam. luc. *e*, Epidermis; f^1, unter der Epidermis befindliche Schicht des Hypodermgewebes; f^2, fibrilläres Hypodermgewebe, scheinbar Stiele und Canäle vorstellend; f^4, Schicht, das Epithelium der Kreismuskeln bildend; g^2, Protoplasmamassen im Innern der Hautdrüsen; g^3, Ausführungscanäle; *i*, Hypodermcanal; *mc*, Schicht der Kreismuskeln des Körpers.

deren vertiefte Ränder von den Bändern der Längsmuskeln und den Querlücken zwischen den Kreismuskeln gebildet werden. In diesen kleinen erhabenen Feldern finden sich das Hypodermgewebe, die Drüsen und die Pigmenthaufen vorzugsweise concentrirt; sie werden ausserdem auf der ganzen Körperlänge von den Hypodermcanälen durchzogen. Die Oberhaut ändert auf dem Rüssel ihr Aussehen vollständig; sie wird

um Vieles dünner und erhebt sich stellenweise zu vorspringenden Kuppeln (Fig. 183) oder länglichen Warzen, welche sogar die Gestalt von Haken mit nach hinten gebogener Spitze (Fig. 184) annehmen und nach zwei niedrigen Spiralen um den Rüssel herum angeordnet sind. In diesen Warzen befinden sich die Anhäufungen der Drüsen und der übrigen Hypodermbildungen, während auf den Zwischenfeldern nur eine einfache Schicht Hypodermzellen entwickelt ist. Die Warzen verschwinden auf einem Ringgürtel an der Basis der Tentakeln, auf welche die Oberhaut sich ohne Unterbrechung mit einer ausserordentlich dünnen Lage fortsetzt, die von Kreisfalten durchsetzt wird, zwischen welche Drüsen mit Flimmerhaaren (Fig. 185, a. f. S.) gestellt sind. Von diesen Drüsen werden wir später sprechen. In diesem Theile scheint die Epidermis aus kleinen, körnigen, nahe bei einander stehenden Zellen (Fig. 186, a. S. 383) zusammengesetzt zu sein. Auf den Tentakelblättern selbst endlich ist die Epidermis sehr dünn und überall von sehr feinen Poren durchbohrt, welche den Wimperhaaren den Durchgang gestatten. Wenn man die Körperoberhaut, welche man sehr leicht mit Hülfe der oben angegebenen Mittel ablösen kann, von innen untersucht, so sieht man daran ohne Mühe die Mündungen der Hautdrüsen, welche sich je nach der Stellung des Brennpunktes als einfache oder doppelte concentrische Kreise darbieten und besonders den Rändern der Befestigungslinien der Längsmuskeln entlang angehäuft sind.

Fig. 184.

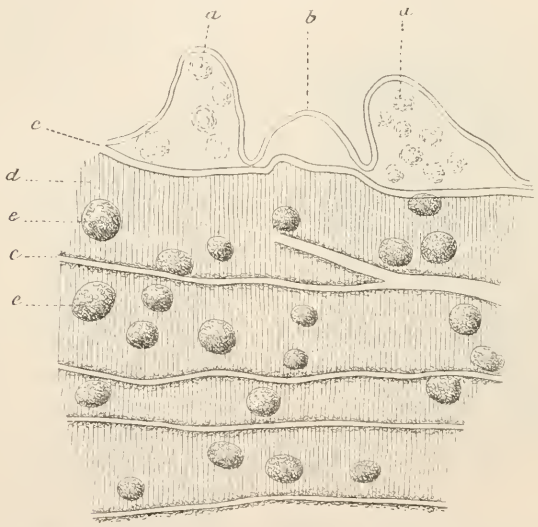


Querschnitt der Körperdecken (Längsschnitt einer Warze) des Vorderendes des Rüssels. Verick, Obj. 6. Cam. luc. e, Epidermis; f^1, unter der Epidermis befindliche Schicht; f^2, fibrilläres Hypodermgewebe; f^3, scheinbare Sinnesorgane; g^3, Ausführungscanäle der Hautdrüsen; g^4, sogenannte einzellige Drüsen; g^5, sogenannte zweizellige Drüsen; g^6, zerstörte, leere Drüsen; h, Pigmenthaufen.

Das Hypodermgewebe (Fig. 181 bis 184) bietet sich in Form eines in seiner grössten Masse structurlosen Bindegewebes dar. In dieser Masse sind Zellen entwickelt, deren etwas längliche Kerne sich sehr schön färben lassen, während die gallertartige Masse farblos bleibt. Die genannten Zellen bilden eine zusammenhängende (f) Schicht, welche in den meisten Fällen auf der ganzen Innenseite

der Oberhaut einfach ist. Hier sind die Zellen bald rund, bald etwas länglicher, je nach der Krümmung der Hervorragungen der Haut. Sie bilden eine zusammenhängende, an der Grenze der Kreismuskeln (f^4, Fig. 183) anliegende Schicht und sind ausserdem noch in der gallertartigen Masse unregelmässig zerstreut. Charakteristisch für diese Zellen ist der Umstand, dass sie alle mit sehr feinen Fäden versehen sind, welche von den im Gewebe zerstreuten Zellen nach allen Richtungen hin abgehen, während an den geschichteten Zellen und vorzüglich auf denjenigen der Innenschicht, wo die Fäden leichter sichtbar sind, sie vielmehr eine nach innen convergirende Richtung einschlagen. Man erkennt diese Fäden sehr schön an den

Fig. 185.



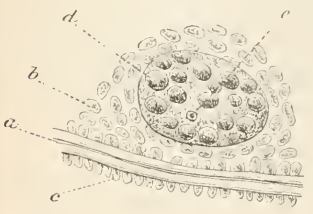
Haut eines seit 24 Stunden todten Individuums, von innen gesehen. Verick, Obj. 1, Cam. luc., um die Grenze zwischen dem mit Warzen besetzten Rüsseltheile und dem Halse des Wimperdrüsen tragenden Tentakeltrichters zu zeigen. *a*, Warzen mit Hautdrüsen; *b*, leere Warze; *c*, Querfalten der Epidermis; *d*, Längsmuskeln des Rüssels, durchscheinend; *e*, Wimperdrüsen.

Kernen, welche in ihnen liegen, und auf diese Weise kann man sich leicht überzeugen, dass das Hypodermgewebe wahre Zellenscheiden um die Hautdrüsen herum bildet, Scheiden, welche oft sich nach innen in Gestalt von sehr feinen und dünnen Canälen fortzusetzen scheinen.

Diese Verbindung von Hypodermzellen mit Fäden, die in die gallertartige Bindegewebemasse dringen, hat noch etwas Anderes zur Folge. Wenn die Oberhaut stark gebogen ist, wie in den Warzen der Endkuppel und des Rüssels, und wenn gleichzeitig die Hypodermzellen

sehr dicht zusammengedrängt sind, so verlängern sich die Zellen der subcuticularen Schicht, werden beinahe kegelförmig, vervielfachen sich in den Zwischenräumen der Drüsen, nehmen eine fächerartige Anordnung an und bilden schliesslich mit ihren unzähligen, mit zahlreichen Kernen besäeten Fäden Bündel (f^3, Fig. 182 und 184), welche man, nach unserer Ansicht sehr mit Unrecht, als besondere Nervenorgane beschrieben hat. Besonders in den Warzen des Rüssels findet man diese Fächer vor, aber man trifft solche in ihrer ersten Anlage auch in der Endkuppel an. Wir geben gern zu, dass der Rüssel viele Nerven erhält, aber in anderer Hinsicht unterscheiden sich diese scheinbaren Nervenfäden, die Kerne enthalten und sich an den länglichen, in die Zwischenräume der Drüsen gedrängten Zellen endigen, in nichts von den Fäden, welche, wie leicht ersichtlich, von den Hüllen der Drüsen selbst abgehen. Der Umfang, die Gestalt, die Anordnung der Kerne und die Beschaffenheit der Fäden sind identisch. Man muss demnach annehmen, entweder, dass alle Drüsen und alle Hypodermzellen schliesslich mit feinen Nervenfäden in Verbindung sind, was nicht ungewöhnlich wäre, oder, dass die Nervenendigungen in dem Hautgewebe des Rüssels noch unbekannt sind. Aber in jedem Falle halten wir unsere Behauptung aufrecht, dass keine besonderen Endorgane der Nerven vorhanden sind und dass Teuscher und Andreae zu ihrer Annahme verleitet worden sind, weil sie die gesammte Organisation des Hypodermgewebes nicht genügend mit dem besonderen Verhalten verglichen, das durch die Anhäufung der Drüsen und durch die Krümmungen der äusseren Oberfläche beeinflusst wird.

Fig. 186.



Eine Drüse aus demselben Präparate. Verick, Obj. 4. Cam. luc. *a*, Falte der Epidermis; *b*, Schuppen der Epidermis; *c*, dieselben, im Profile gesehen; *d*, Wimperdrüse; *e*, ihre Mündung.

Die Hautdrüsen (g, Fig. 182 bis 184) finden sich überall vor, ausgenommen auf dem Tentakelkranze, wo man Drüsen anderer Natur antrifft. Sie sind besonders in den Warzen des Rüssels sowie in den Längsfalten der Endkuppel zahlreich; in den ersteren stehen sie oft so gedrängt, dass das Hypodermgewebe, welches sie auf allen Seiten umgiebt, fast ganz verschwindet.

Diese anfangs fast kugelrunden Drüsen werden auf allen Seiten von einer bindegewebigen Hülle umgeben, die zahlreiche Kerne aufweist und sich einerseits auf dem Ausgangscanale, der die Oberhaut durchbohrt (g^3, Fig. 180, 182 bis 184), andererseits auf den Fäden, welche gegen innen gerichtete Stiele (f^2) nachahmen, fortsetzt. Diese sehr dünne, bindegewebige Hülle lässt sich leicht an allen Drüsen

nachweisen, ebenso die nach innen gerichteten Stiele. Jede ausgebildete Drüse besitzt einen Ausführungscanal, welcher gerade durch die Oberhaut hindurchgeht und oft in einem kleinen, an seiner Oberfläche durchbohrten Knopfe mündet. Diese Drüsen bieten ein ziemlich wechselndes Aussehen dar, das man nothwendig kennen muss.

Teuscher und nach ihm Andreae haben drei Arten von Hautdrüsen unterschieden, welche nach dem letzteren Autor niemals Uebergangsformen darbieten. Sie unterscheiden zweizellige, vielzellige und in der Endkuppel längliche Nervendrüsen. Die Untersuchungen dieser beiden Zoologen sind nur an in Alkohol aufbewahrten Individuen vorgenommen worden.

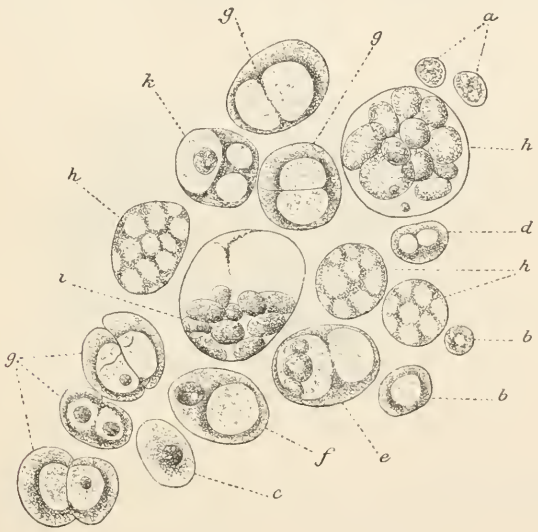
Wir glauben hingegen darthun zu können, dass alle Hautdrüsen des Sipunculus einzellig sind und dass das verschiedene Aussehen, welches sie darbieten, in der That nur von auf einander folgenden Modificationen, die ihr Inhalt erleidet, herrührt. Um zu dieser Schlussfolgerung zu gelangen, muss man auch frische Thiere untersuchen und die an Schnitten gemachten Beobachtungen den Beobachtungen der inneren Oberfläche des Hypodermgewebes gegenüberstellen.

Man trifft die Drüsen in den Warzen des Rüssels und in oft dicht stehenden Gruppen längs der von den Muskeln gezeichneten Längslinien an. In dem Rüssel wird die Untersuchung oft durch die Anhäufung der Pigmentmassen beeinträchtigt. Auf dem Körper ist das Pigment seltener, besonders wenn man mit Sorgfalt Individuen auswählt, die sich entleert und lange gefastet haben. Hier muss man demnach mit den Untersuchungen beginnen.

Wenn man eine Gruppe dieser Drüsen, so wie wir sie (Fig. 187) gezeichnet haben, untersucht, so findet man ziemlich kleine Zellenkörper, die indessen grösser und körniger sind, als die Hypodermzellen selbst (*a*). In den kleinsten dieser Zellenkörper entdeckt man einen kleinen Centralkern (*b*, Fig. 187). Dieses Aussehen giebt der Vermuthung Raum, dass die Hautdrüsen aus Hypodermzellen entstehen, welche sich weiter entwickeln. Wie dem auch sei, der Kern bleibt bisweilen erhalten (*c*), verschwindet aber in den meisten Fällen bald; die Zelle wird einfach körnig (*a*, Fig. 187) und wenn sie grösser geworden ist, zeigt sie in ihrem Innern einen hellen Raum, neben welchem man bisweilen eine dunklere, einem Kerne ähnliche Anhäufung (*f*, Fig. 187) sieht. Der Hellraum beginnt sich quer zu theilen, die Zelle folgt dieser Theilungsbewegung und bietet alsdann in der Flächenansicht (*g*, Fig. 187) die Gestalt der sogenannten zweizelligen Drüsen dar. Der Hellraum ist nur homogenes Protoplasma, das sich sehr lebhaft färbt, während das granulirte Protoplasma, welches ihn umgiebt, eine viel geringere Empfänglichkeit für die Farbstoffe zeigt. Oft sieht man in diesem gleichartigen Protoplasma granulirte, runde Körperchen, gleichsam Kerne (*g*, Fig. 187),

aber ihr Vorhandensein ist an keine Regel gebunden. Der Process der Verdichtung einerseits, und der Theilung anderseits dauert fort. Man findet Drüsen, in welchen die eine Hälfte noch mit homogenem Protoplasma erfüllt ist, während die andere körnige, rundliche Theile besitzt (*i*); man findet endlich andere ganz mit gekörnten Protoplasmakugeln (*h*) angefüllt, welche je nach den Formen der Drüse länglich scheinen, wenn man sie im Profil sieht. Schliesslich verschwinden diese körnigen Massen nach und nach, da sie offenbar durch den Ausführungscanal in Form von etwas kleberigem Schleim ausgestossen werden. Die Drüse wird wieder fast hell und es schien uns, als ob sie

Fig. 187.



Gruppe von Hautdrüsen, von der Innenseite der Körperdecken aus gesehen. Das Präparat ist einem lebenden Thiere ungefähr in der Mitte des Körpers entnommen worden. Verick, Obj. 4. Cam. luc. *a*, sehr junge Drüsen im Zustande körniger Zellen; *b*, dieselben, im Mittelpunkte Hellräume (homogenes Protoplasma) aufweisend; *c*, eine gleiche Drüse mit Kern; *d*, junge Drüse mit zwei Hellräumen; *e*, Drüsen mit zwei Hellräumen und mit körnigen Kernen in dem einen; *f*, Drüse mit dunklem Kern und einem Hellraum; *g*, Drüsen mit zwei Hellräumen, mehr oder weniger getheilt; *h*, Drüsen mit zahlreichen Protoplasmakugeln; *i*, Drüse mit grossem Hellraum und Protoplasmakugeln nur auf einer Seite; *k*, Drüse mit drei Hellräumen.

verschwinde und wieder aufgesogen werde, um neuen Drüsen, welche sich gebildet haben, Platz zu machen.

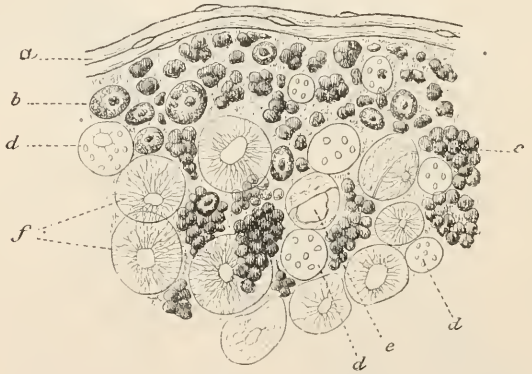
Alle diese verschiedenen Formen bilden demnach, wie uns scheint, nur einen einzigen Entwickelungscyklus und wenn unsere erste Voraussetzung begründet ist, so entstehen die Drüsen aus den Hypoderm-

zellen selbst und bilden sich ohne Unterlass aus, um durch neue Generationen ersetzt zu werden.

Wir müssen noch beifügen, dass wir in den Warzen des Rüssels an frischen Drüsen, indem wir den Brennpunkt sehr hoch stellten, deutlich feine Falten gesehen haben, die von der Ausführungsöffnung ausstrahlen (*f*, Fig. 188).

Was die Drüsen der Endkuppel (Fig. 182) anbetrifft, aus denen man eine besondere Art, die sogenannten Nervendrüsen, hat machen wollen, so müssen wir dazu bemerken, dass ihre längliche Form und das Verhalten ihres Ausführungscanals offenbar in der Dicke der Oberhaut und in der Pressung zwischen den Falten dieser letzteren ihren Grund haben. Ihre Stiele haben durchaus nichts Besonderes, sie gleichen in Allem den mit Kernen besäten Stielen aller Drüsen ohne

Fig. 188.



Rand der Basis einer Warze des Rüssels, von innen am lebenden Thiere gesehen. Verick, Obj. 4. Cam. luc. *a*, Epidermis mit Kernen (?); *b*, Pigmentmassen in Form von Zellen; *c*, Pigmenthaufen; *d*, kleine helle Drüsen mit Tröpfchen; *f*, grosse strahlige Drüsen mit Mündungen.

Ausnahme. Man findet übrigens sogar im Rüssel ähnliche längliche Drüsen, die in die Falten der Oberhaut eingeschmiegt sind (Fig. 183).

Die Pigmenthaufen (Fig. 188, *c*) müssen zuerst an Individuen mit leerem Darmcanale und auf der Körpermitte selbst studirt werden. Man sieht sie alsdann in kleiner Anzahl in dem homogenen Bindegewebe zwischen den Drüsen zerstreut, aus kleinen gelben Körnern zusammengesetzt und bisweilen von einer bindegewebigen Scheide mit Kernen umgeben. Ihre Zahl nimmt offenbar durch das Fasten ab; die Individuen, welche sich entleert haben und nicht von Neuem Sand verschlucken können, werden zusichtlich blasser. Das Pigment hält sich mit grösserer Ausdauer auf dem Rüssel (*c*, Fig. 184), wo es gewöhnlich fast alle Zwischenräume der Drüsen ausfüllt, sowie auch auf

dem Tentakelkranze. Man trifft übrigens dieses gelbe Pigment, bald zerstreut, bald in beträchtlicherer Menge, fast überall und in allen Organen, die Zurückzieher des Rüssels ausgenommen, welche niemals Pigment aufweisen. Es scheint beinahe ein constantes Element des Bindegewebes zu sein.

Wir werden uns über die dem Tentakelapparate eigenthümlichen Wimperdrüsen bei der Behandlung des ersteren näher auslassen.

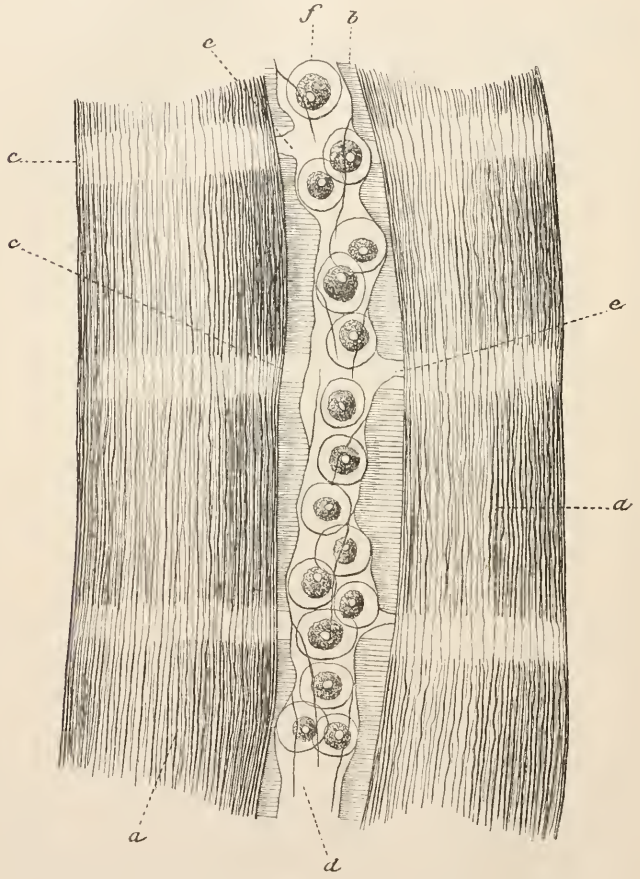
Die Hypodermcanäle (*i*, Fig. 183; *d*, Fig. 189) sind in der Tiefe des Bindegewebes ausgegraben und bilden offenbar ein Zubehör der allgemeinen Leibeshöhle. Auf Querschnitten (*i*, Fig. 183) bieten sie sich als Lücken dar, die ziemlich allgemein eine eiförmige Gestalt besitzen und an der Basis der Hervorragungen, welche von den Drüsen eingenommen werden, und immer den Zwischenräumen der Längsmuskeln entsprechend gelagert sind. Sie werden von den Kreismuskeln durch eine mehr oder weniger beträchtliche, in den meisten Fällen aber sehr schwache Schicht von Hypodermzellen getrennt und bieten eine sehr deutliche und feste innere Eigenhaut dar, welche schon unter mittleren Vergrösserungen einen doppelten Umriss aufweist. Diese Haut ist innen von einem ausserordentlich dünnen Pflasterepithelium ausgekleidet. Querschnitte thun dar, dass diese Canäle, indem sie sich verengern, bis in das erste Drittel des Rüssels, sowie auch in den Anfang der Endkuppel eindringen, wo sie blind endigen. Sie enthalten in den meisten Fällen nur Blutkörperchen, welche denjenigen, die sich in der allgemeinen Körperhöhle finden, vollständig ähnlich sind; aber bei den Individuen, deren Geschlechtsproducte zur Reife gelangt sind, sind sie oft mit Eiern oder Samenkügelchen vollgestopft. Wir haben niemals Urnen darin gefunden, so wie sie sich in der allgemeinen Körperhöhle zeigen, aber wir zweifeln nicht daran, dass diese Elemente auch in die Hypodermcanäle dringen können.

Um ihren Verlauf im Ganzen untersuchen zu können, wählt man Individuen, deren Canäle mit Geschlechtsproducten gefüllt sind. Man kann die Epidermis entfernen und dann die zerschnittenen und ausgebreiteten Körperdecken von innen unter schwachen Vergrösserungen untersuchen. Wenn sie angefüllt sind, sieht man sie schon mit blossem Auge als weisse, in den Zwischenräumen der Längsmuskeln gelegene Stränge. Wir haben einen solchen mit Eiern angefüllten Canal unter einer Vergrösserung von 20 Durchmessern abgebildet (*d*, Fig. 189, a. f. S.). Man sieht sehr schön die Eigenwände und die mit Oeffnungen versehenen seitlichen Anheftungen, welche den Lücken zwischen den Kreismuskeln entsprechen.

Aber das einfachste Mittel, diese Canäle zur Anschauung zu bringen, bietet uns die Einspritzung dar. Hier lassen wir das Verfahren folgen, welches wir mit bestem Erfolge angewendet haben.

Man schneidet ein frisch mit Chloroform, das die Gewebe erschlaffen lässt, getödtetes Individuum in der Körpermitte entzwei, entfernt auf beiden Seiten theilweise den Darmcanal, indem man ihn herausreisst und treibt fein mit Eiweiss zerriebenen Carmin in die allgemeine Körperhöhle. Man sieht den Farbstoff überall in die Canäle dringen und

Fig. 189.



Hypodermcanal $\frac{7}{8}$ von der Innenseite gesehen. Verick, Obj. 0. Cam. luc. *a*, Längsmuskeln des Körpers; *b*, Kreismuskeln; *c*, Zwischenräume zwischen den Streifen dieser Muskeln; *d*, Hypodermcanal; *e*, Ausführungscanäle, welche in die Zwischenräume gestellt sind; *f*, Eier, den Canal erfüllend.

nachdem dieselben, sowie auch die allgemeine Körperhöhle vollständig damit gefüllt sind, taucht man die beiden abgeschnittenen und unterbundenen Stücke in Weingeist, der das Eiweiss genügend härtet, so dass der

Farbstoff in den Canälen erhalten wird. Wenn man nachher die Hälften der Länge nach aufschneidet, kann man sie ausbreiten und sie entweder mit Glycerin oder durch die Behandlung, welche man anwendet, um Schnitte anzulegen, durchsichtiger machen.

Die Mündungen dieser Canäle finden sich in kleinen Seitenästen (*e*, Fig. 189), welche den Abständen der Kreismuskeln entsprechen und eine schräge Richtung einschlagen, um sich unter den Rändern der Längsmuskeln zu öffnen.

Die allgemeine Körperhöhle erstreckt sich über die ganze Körperlänge von der Basis des Tentakelkranzes an bis zur Spitze der Endkuppel, wo sie, wie wir weiter oben erwähnt haben, vollständig geschlossen ist, da die scheinbare Spalte, welche sich auf der Spitze zeigt, nur das Resultat einer wenig tiefen Einstülpung dieses Theiles ist. Die Körperhöhle steht mit den Hypodermcanälen, welche nur eine Fortsetzung derselben sind, in Verbindung, bietet aber keine Oeffnung nach aussen dar, die zwei Mündungen ausgenommen, welche in die Segmentalorgane führen und von denen wir bei diesen letzteren sprechen werden. Durch diese Oeffnungen kann das Meerwasser in die Segmentalorgane und dann in die allgemeine Körperhöhle dringen; durch diese Oeffnungen treten auch die Geschlechtsproducte, nach ihrer Ausreifung inmitten der allgemeinen Körperhöhle, in die Segmentalorgane, um hierauf ausgestossen zu werden.

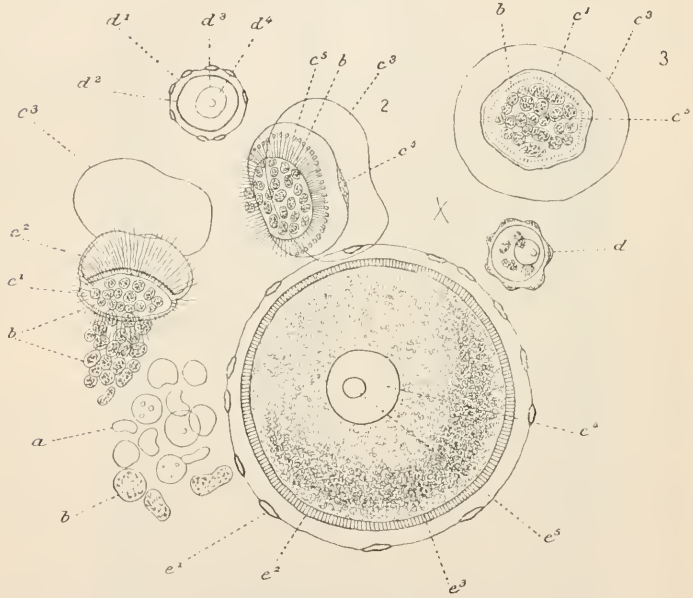
Die allgemeine Körperhöhle wird in allen Richtungen von Fäden und Strängen aus Bindegewebe (*ma*, Fig. 181) durchzogen, zu welchen sich oft sehr feine Muskelfasern gesellen. Diese Elemente befestigen den Darmcanal und die übrigen Organe mit Ausnahme der Segmentalorgane in schlaffer Weise an die Körperwand. Bei der Präparirung unter Wasser lassen sich diese ganz durchsichtigen Bänder meistens nur durch den Widerstand wahrnehmen, den sie darbieten, wenn man die Organe aus einander legen will. Sie sind besonders sehr stark um den After und um die Insertionspunkte der Zurückzieher des Rüssels herum entwickelt, wo sie eine Art Scheidewand bilden.

Die Körperhöhle ist mit Meerwasser erfüllt, in welchem sehr verschiedene Gebilde (Fig. 190 und 191, a. ff. S.) schwimmen: Blutkörperchen, Urnen und Geschlechtsproducte. Die ersteren (*a*) sind rund, durchsichtig, abgeplattet, ein wenig in der Mitte eingedrückt, so dass sie den Blutkörperchen der Säugethiere gleichen; sie haben eine schwach röthliche Farbe, lassen sich aber nur sehr schwer färben und enthalten oft kleine Körner oder Bläschen. Sie sind für Reagentien sehr empfindlich und bieten leicht Verunstaltungen dar. Körnige Körperchen von ungefähr gleicher Grösse scheinen in Rückbildung begriffene Blutkörperchen zu sein. Diese körnigen Körperchen treiben bisweilen denjenigen der Amoeben ähnliche Scheinfüsse. Unsere Ansicht über ihre Rückbildung beruht auf der Thatsache, dass normale

Blutkörperchen, welche von den Urnen erfasst und von den Wimperhaaren dieser letzteren hin und her geworfen werden, in den körnigen Zustand übergehen.

Die Urnen (*c*, Fig. 190) sind sehr sonderbare Gebilde, die durch einen durchsichtigen, rundlichen, eiförmigen oder im Mittelpunkte etwas eingedrückten Sack hergestellt werden, dessen Wände ziemlich widerstandsfähig und fest sind. Auf der Seite, welche der Vertiefung gegenüber liegt, tragen diese Säcke einen vorspringenden Reif (*c'*), auf

Fig. 190.

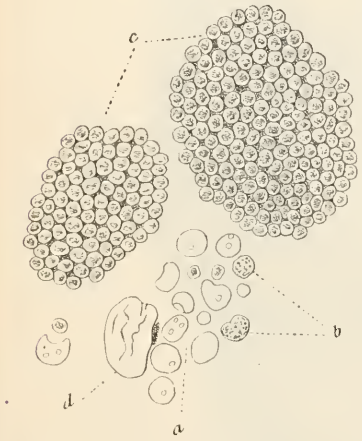


Inhalt der allgemeinen Körperhöhle eines weiblichen Individuums. Verick, Obj. 7. Cam. luc. *a*, helle Blutkörperchen in verschiedenen Stellungen; *b*, körnige Blutkörperchen; *c*, Urnen; 1, in Profilansicht; 2, in Dreiviertelsansicht; 3, von der Fläche aus; c^1, consistenter Reif; c^2, aufsteigender Theil des Reifes; c^3, durchsichtige Hülle; c^4, Protoplasmakern in derselben; c^5, Insertionskreis der Wimperhaare; *d*, junges Ei; d^1, bindegewebige Hülle mit Kernen; d^2, Dotterhaut; d^3, Keimbläschen; d^4, Kernkörperchen; *e*, vorgerücktes Ei; e^1, Follikel mit Kernen; e^2, Dotterhülle mit Porencanälen; e^3, körniger Dotter; e^4, Keimbläschen; e^5, Kernkörperchen.

welchen sehr lange und mächtige Wimperhaare, mittelst deren diese Urnen mit grosser Schnelligkeit herumschwimmen, eingepflanzt sind. Der Grund des Reifes scheint vollständig geschlossen und auch mit Wimperhaaren bepflanzt zu sein. Durch ihre Bewegungen und durch ihr Verhalten gleichen diese Urnen ganz und gar Infusorien. Sie leben offenbar auf Kosten der übrigen Elemente; durch die Wirbel-

bewegung, welche sie hervorbringen, ziehen sie die Blutkörperchen und selbst Samenhaufen zu sich heran, und man sieht deutlich, wie diese letzteren zerfallen, während die ersteren körnig werden. Wir haben oft drei oder vier dieser Urnen um einen Samenballen geschaart gesehen, von welchen sie die Zellen ablösten. Diese Zellen blieben im Grunde der Reifen kleben und drehten sich ohne Unterlass unter dem Einflusse der Bewegungen der Wimperhaare. Da die Urnen sich in sehr wechselnder Anzahl bei den verschiedenen Individuen vorfinden (wir haben sogar unter mehr als Hunderten zwei gefunden, bei welchen sie vollkommen fehlten), so sind wir der Ansicht, dass es in der That Schmarotzerinfusorien sind, welche sich in der allgemeinen Körperhöhle aufhalten und sich darin entwickeln, denn neben ausgebildeten Urnen trifft man junge und verkümmerte, ihrer Wimperhaare beraubte Hüllen (*d*, Fig. 191) an. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, die Urnen seien abgelöste Theile des Epitheliums, entweder vom Darmcanale oder von den Tentakelcanälen und die Art und Weise, wie sie schwimmen, gleiche nicht derjenigen der Infusorien. Wir haben keine Thatsache, welche die erste Vermuthung rechtfertigt, beobachten können und das Schwimmen dieser Organismen ist nach unserer Ansicht demjenigen der Infusorien so ähnlich, dass man sie unzweifelhaft für solche halten würde, wenn man sie frei im Meerwasser herumschwimmend antreffen würde.

Fig. 191.



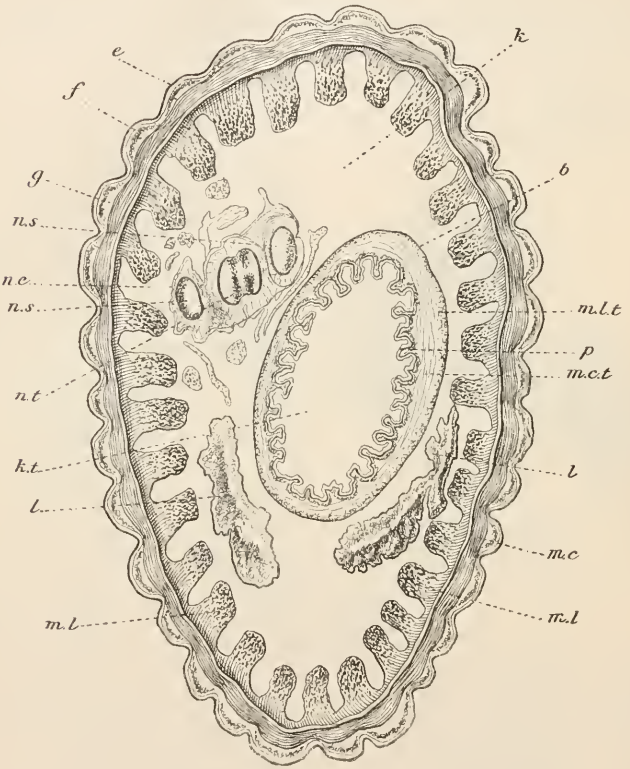
Inhalt der allgemeinen Körperhöhle eines Männchens. Verick, Obj. 7. Cam. luc. *a*, helle Blutkörperchen; *b*, körnige Körperchen; *c*, Samenkugeln; *d*, todte und verkümmerte Urne.

In letzter Linie finden sich in der allgemeinen Körperhöhle Zeugungsproducte vor, Eier bei den einen (Fig. 190), Samenballen bei den anderen (Fig. 191). Diese Elemente entwickeln sich allmählich und werden immer entweder von den Urnen oder durch die Zusammenziehungen des Körpers in Bewegung erhalten.

Die Hautmuskeln (Fig. 181, 189, 192, 193). — Die äussere Schicht der Hautmuskelscheide (*mc*, Fig. 192 und 193) wird von queren Kreisfasern gebildet, welche ganz um den Körper herumgehen. In dem Rüssel sowie in der Endkuppel bilden diese Fasern eine gleichförmige, flache und zusammenhängende Schicht; auf dem Körper dagegen sind es flache, durch regelmässige Zwischenräume geschiedene

Streifenbündel (*e*, Fig. 189 und *mci*, Fig. 193). In den Zwischenräumen verbreitern sich die Hypodermcanäle; diese Zwischenräume bilden helle Linien, die um so durchsichtiger sind als die Ränder der Streifen dünner sind als ihre Mitte, wo sie sich etwas empor wölben.

Fig. 192.

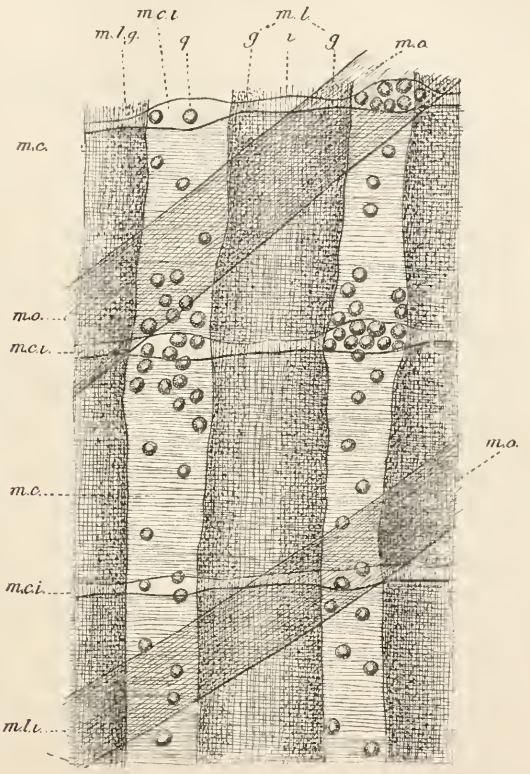


Querschnitt des zurückgezogenen und eingestülpten Rüssels. Der Schnitt geht durch die zurückgebogenen Segmentalorgane und den freien Theil des Nervenstrangs. Verick Obj. 0. Cam. luc. *b*, Zurückgestülpter Theil des Rüssels; *e*, Epidermis; *f*, Zone der Hautdrüsen; *g*, Hypodermgewebe; *k*, allgemeine Körperhöhle; *kt*, durch die Einstülpung des Rüsselendes gebildete Höhle; *l*, Segmentalorgane, *mc*, Kreismuskeln; *ml*, Längsmuskeln; *mcl*, Kreismuskeln des zurückgestülpten Theiles des Rüssels; *mlt*, Längsmuskeln des gleichen Theiles; *ne*, Bindegewebshülle der Nervenstämme; *ns*, Nebennerven, die sich in den Rüssel begeben; *nt*, Nervenstrang, in seinem freien Theile durchschnitten; *p*, äussere Warzen des Rüsselendes, durch die Einstülpung zu inneren geworden.

Die Streifen verdicken sich ebenfalls um die Mündungen der Segmentalorgane und um den After herum und bilden besonders um diesen letzteren herum einen wirklichen Schliessmuskel.

Die schrägen Muskelbündel (*mo*, Fig. 193) finden sich nur in der Gegend zwischen den Wurzeln der Zurückzieher des Rüssels und den Mündungen der Segmentalorgane gehörig entwickelt vor. Es sind sehr weit von einander abstehende, flache zarte Bündel, welche auf beiden Seiten des Nervenstranges entspringen, ihren schrägen Verlauf zwischen den zwei übrigen Muskelschichten gegen den Rücken hin

Fig. 193.



Muskelschichten in der Nähe des Afters von der Innenseite gesehen. Das Präparat ist mit Glycerin durchsichtiger gemacht worden. *mc*, Kreismuskeln; *mci*, Zwischenräume zwischen den Bändern dieser Muskeln; *ml*, Längsmuskeln; *mlg*, Seitenzonen dieser Bündel, von Hautdrüsen eingenommen; *mli*, Insertionszone der Längsbündel; *mo*, schräge Muskeln; *q*, Eier in den Hypodermcanälen.

nehmen und sich um die genannten Wurzeln herum verlieren, indem sie sich mit dem Diaphragma, von dem wir später sprechen werden, verschmelzen.

Die innere Schicht endlich wird von dicken Längsbündeln (*ml*, auf allen Figuren) gebildet, die von einander isolirt sind und den Hypo-

dermcanälen entsprechend durch ziemlich beträchtliche Längszwischenräume geschieden werden. Man zählt in der Mitte des Körpers 32 solcher Längsbündel, welche an der Epidermis durch eine dünne Schicht von Bindegewebe (*mli*, Fig. 193) befestigt werden, bedeutend gegen die allgemeine Leibeshöhle hin hervorragen und auf ihren freien Flächen ziemlich breiter werden, so dass ihre Ränder theilweise die Hypodermcanäle bedecken. In diesen bedeckten Streifen (*mlg*, Fig. 193) sind die Hautdrüsen des Körpers hauptsächlich angehäuft. Gegen den Rüssel wie gegen die Endkuppel hin anastomosiren und vermengen sich die Längsbündel ziemlich häufig; an der Spitze der Kuppel verflachen sie sich, indem sie eine zusammenhängende Schicht um den sich einstülpenden Endtheil herum bilden; am Rüssel bleiben sie trotz der Anastomosen mehr oder weniger deutlich von einander unterschieden. Auf Querschnitten bieten sich diese Bündel wie die Zähne eines innen gezahnten Rades (*ml*, Fig. 192) dar.

Auf solchen Schnitten sieht man mit stärkeren Vergrösserungen (Fig. 196) die Muskelsubstanz sehr schön. Dieselbe lässt sich gut färben, und bietet mannigfaltige Formen und Grössen dar, je nach der Stelle, wo die Faser durchschnitten wurde. Die Fasern sind in der That spindelförmig und sehr in die Länge gezogen; sie sind von einem durchsichtigen Sarkolemma umgeben, durch ziemlich entwickeltes Bindegewebe zu Bündeln vereinigt und bieten im Innern der eigentlichen Muskelsubstanz feine Granulationen dar, welche sehr wohl die Füllung eines Centralcanales oder auch das Resultat der durch die Reagentien hervorgebrachten Gerinnung der innern weicheren Substanz sein könnten.

Eine besondere Modification der Längsmuskeln bietet sich in den Zurückziehern des Rüssels dar (*mr*, Fig. 180, 181, 200, 201), welche sich in zwei Paare theilen; ein Bauchpaar, innerhalb dessen Insertion der Bauchnervenstrang durchgeht und ein Rückenpaar, welches den Mastdarm umfasst. Diese Muskeln, welche immer sehr weiss und in hervorragender Weise contractil sind, besitzen in ihrer grössten Ausdehnung die Gestalt dicker Bänder und umgeben den Munddarm so gut, dass ihre Ränder sich berühren und so eine Art Scheide um den Munddarm gebildet wird. Sie entstehen auf einer ungefähr 1 cm hinter dem After gelegenen Kreislinie (*mi*, Fig. 180, 181) mittelst fingerförmiger Ansätze, welche sich mit den Längsbündeln des Körpers vermischen und mit dieser Insertion, sowie mit den zahlreichen Bündeln und Fasern, vermöge derer sie sich an den Darmcanal befestigen, eine durchbrochene Querscheidewand bilden. Dieselbe weist zwar viele Lücken auf, ist aber fest und dick genug um eine Art Diaphragma zu bilden. Wenn die fingerförmigen Ansätze sich vereinigt haben, setzen die vier Muskeln ihren Weg dem Munddarme entlang fort, dem sie zahlreiche ziemlich feine Bündel zusenden. Beim Hirne angekommen verflachen sich die Streifen beträchtlich, verschmelzen mit einander und

bilden mit den Muskelfasern des Rüssels selbst eine starke verfilzte Umhüllung um den Tentakeltrichter (*a*, Fig. 181) herum, in welche sich die Tentakeln zusammenfalten, wenn der Rüssel zurückgezogen wird. Es ist unmöglich, in dieser Umhüllung einzelne verschieden gerichtete Schichten zu unterscheiden. Man sieht darin Längs-, Quer- und schräge Fasern zusammengewebt und zwischen ihnen vertheilen sich die zahlreichen Tentakelnerven, deren Spuren man an Schnitten schön wahrnimmt, welche man aber kaum mit dem Scalpell in der Hand verfolgen kann.

Wir werden die besonderen Muskeln bei Gelegenheit derjenigen Organe, zu welchen sie gehören, behandeln.

Das Nervensystem. — Das Gehirn (*o*, Fig. 181, 194, 195, 200) liegt auf der Rückenseite der Speiseröhre, fast unmittelbar hinter der Insertion des Tentakelkranzes. Es ist mit seiner unteren Seite so gut am Tentakelcanale befestigt, dass man es nicht davon ablösen kann ohne diesen Canal zu beschädigen. Es wird offenbar von zwei kugeligen Hälften gebildet, welche in der Mitte breit mit einander verschmolzen sind. Das Gehirn ist auch mit einem halbkreisförmigen Kranze von fingerartigen Bildungen geschmückt. Von diesen Gebilden werden wir weiter unten reden. Dieser Büschelkranz ist in unmittelbarem Zusammenhang mit einer starken fibrösen und bindegewebigen Hülle des ganzen Organes und bildet ein besonderes Sinnesorgan. In vielen Exemplaren zeigt das Gehirn wie der Bauchstrang eine röthliche Farbe, welche bei anderen fehlt. Die Muskelfaserhülle und die fingerförmigen Fortsätze weisen fast immer zahlreiche dunkelbraune Pigmentflecken auf, welche besonders auf der Peripherie und an der Mittellinie zwischen den beiden Hirnhälften dicht stehen, so dass das Organ mit blossem Auge oder unter der Lupe gesehen, gewöhnlich die Figur eines Binocle darbietet. Dieses Pigment scheint sich im Alkohol aufzulösen, ist aber an frischen Exemplaren sehr gut sichtbar.

Vom Gehirne gehen auf jeder Seite direct zwei Nervenpaare ab, welche auf der Bauchseite der Ganglien entspringen und im Bogen zu dem Tentakelkranze sich begeben. Drei andere ähnliche Nervenpaare entspringen auf den Commissuren, das erste an dem Rande, die zwei anderen Paare auf der Bauchseite dieser Nerven. Alle diese Nerven (*nt*$^{1-5}$, Fig. 194 und 195) begeben sich, indem sie sich krümmen und Verzweigungen abgeben, zu der Basis des Tentakelkranzes. Da dieser durch die Ansätze der Zurückzieher und durch ein sehr dicht gedrängtes Bindegewebe, welches um den Eingang der Speiseröhre herum einen Isthmus bildet, sehr verdickt wird, so gestehen wir, dass wir diese Nerven, welche sich ohne Zweifel in den Tentakeln verzweigen, wie es in dieser Gegend vorgenommene Schnitte beweisen, nicht weiter haben folgen können.

Auf der unteren und hinteren Fläche eines jeden Ganglions löst sich ein ziemlich mächtiger Nerv ab, der sich nach hinten und gegen die Bauchseite hin begiebt und, indem er sich mit dem gegenüberliegenden Ast vereinigt, einen schlaffen und bedeutend nach hinten um

Fig. 194.

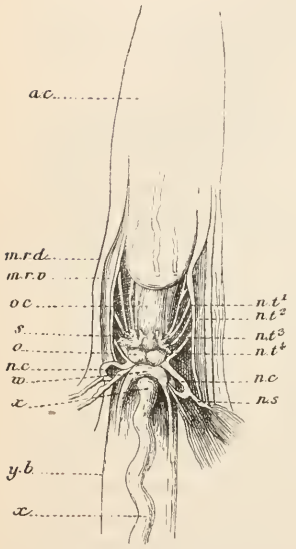


Fig. 195.

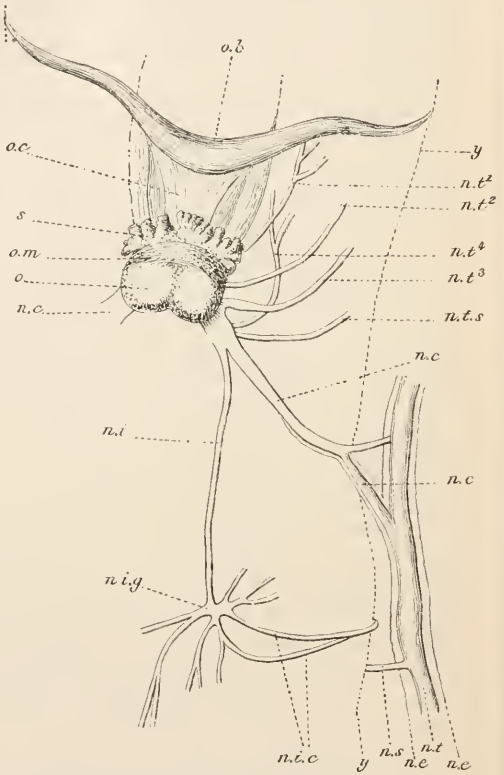


Fig. 194. — Viermal vergrössertes Präparat, die Anordnung der Theile um das Gehirn herum zeigend. *ac*, Tentakeltrichter; *mrd*, dorsaler Zurückzieher; *mrv*, ventraler Zurückzieher des Rüssels; *nc*, Nervencommissur; *ns*, Nebennerv zu den Muskeln; nt^{1-4}, Nerven, die sich zum Tentakelkranze begeben; *o*, Gehirn; *oc*, Gehirncanal; *s*, Sinnesbüschel; *w*, Muskelring, die Ampulle der Tentakelcanäle *x* verdeckend; *yb*, Munddarm.

Fig. 195. — Das Gehirn mit den Nerven, welche von ihm ausstrahlen. Gefärbtes Glycerinpräparat. Verick O., Cam. luc. Reducirte Zeichnung. *nc*, Commissurnerven; *ne*, bindegewebige Scheide der Nervenstämme; *ni*, Darmnerv; *nig*, Anschwellung, von der die Darmäste ausstrahlen; *nie*; Ringnerven des Darmes; *nl*, freier Nervenstrang des Rüssels; *ns*, Nebennerven zu den Muskeln; nt^{1-5}, die fünf Tentakelnerven; *o*, Gehirn; *ob*, umgeschlagener Rand des Einganges zum Gehirncanal *oc*; *om*, vorderer Muskelring des Gehirnes, stark pigmentirt; *s*, Sinnesbüschel; *y*, punktirte Linie, den Rand des Munddarmes andeutend.

die Speiseröhre ausgezogenen Ring bildet. Aber vor ihrer vollständigen Ablösung vom Ganglion sendet jede Commissur unmittelbar nach hinten einen Nerv, der sich an die Speiseröhre legt und in kurzer Entfernung sich in eine beträchtliche Anzahl von Zweigen auflöst, von denen einige einen Reif um die Speiseröhre zu bilden scheinen (*ni*, Fig. 195). Wir haben die Zweige dieses Darmnerven nicht weiter verfolgen können. Wenn es gelingt, was allerdings nicht sehr häufig vorkommt, dass man ein Individuum mit vollständig entfalteten Tentakeln (*nc*, Fig. 200, 201) untersuchen kann, so sieht man leicht die um die Speiseröhre herum gebildete Schlinge, sowie den Vereinigungspunkt, wo die Commissuren sich verbinden um den Bauchnervenstrang zu bilden (*no*). An dieser Stelle und sogar bereits vor den Commissuren befestigen sich am Strange zwei dünne und flache Muskelstreifen (*mm*, Fig. 201), welche vorn auf der Basis des Tentakelkranzes entstehen und den Strang auf der ganzen Strecke, welche zwischen dem Rüssel und den Mündungen der Segmentalorgane liegt, begleiten. An dieser letzteren Stelle vermischen sich diese dünnen Streifen, welche wir Strangmuskeln nennen wollen, mit den Längsmuskeln (Fig. 201).

Auf diesem ganzen Verlaufe schwebt der Strang (*nl*, Fig. 181), der von seinen seitlichen Muskelstreifen umgeben ist, frei in der allgemeinen Körperhöhle, indem er etwa zehn Nervenpaare (*nst*, Fig. 181) zu den Muskeln, welche die Rüsselscheide bilden, abschickt. Diese Nerven dringen in die Zwischenräume der Muskelfasern ein und sind immer von flachen und dünnen Muskelstreifchen begleitet, welche von den Strangmuskeln geliefert werden. Der Strang ist auf diesem ganzen Theile immer stark geschlängelt und unterscheidet sich durch seine anscheinenden Knoten, durch seine röthliche Farbe und seine Undurchsichtigkeit von den Muskelstreifen, welche ihn begleiten. Wenn man ein Thier mit eingestülptem und zurückgezogenem Rüssel (Fig. 181) präparirt, so sieht man diese Nerven mit ihren Muskeln sich nach und nach an den Rüssel wie Stricke anheften, welche den Strang an seiner Stelle zurückhalten würden. Offenbar entspricht diese Organisation der ausserordentlichen Ausdehnbarkeit des Rüssels. Ausser den dickeren Nerven, welche sich zum Rüssel begeben, giebt der Strang auf dieser ganzen Strecke ausnehmend feine Fäden zu den Muskelstreifen ab, welche ihn begleiten.

Von den Mündungen der Segmentalorgane an dringt der Strang der Mittellinie des Körpers entlang zwischen die zwei mittleren Längsmuskelbündel hinein und setzt seinen Weg auf der ganzen Länge der Banchfläche bis zum Körperende hin fort. Er verläuft auf der Innenseite des durch das Zusammenwachsen der ventralen Zurückzieher gebildeten Isthmus. Auf dieser ganzen Strecke scheint der Nerv von gleicher Dicke, obwohl er an jeden Quermuskelstreifen rechts und links einen feinen Ast abgiebt. Die Queräste bilden vollständige Reifen um den

Körper herum und geben auf ihrem Wege in der Mitte der Quermuskeln an jedes Längsmuskelbündel feine Zweige ab.

Bei der Spitze der Endkuppel angekommen verdickt sich der Strang bedeutend zu einer länglichen Spindel (*nf*, Fig. 180), welche in zwei feine Seitenäste sich endigt. Schnitte beweisen, dass diese Verdickung vorzüglich von der Entwickelung des Bindegewebes herrührt, welches den Strang umgiebt, der seinerseits durch dieses Gewebe sich auf die Längsmuskeln des Körpers stützt.

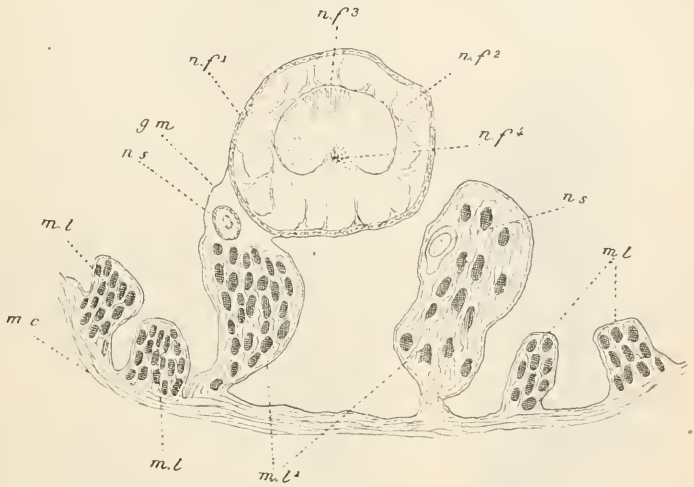
Der histologische Bau des Nervencentrums bietet einen ziemlich schwierigen Untersuchungsgegenstand dar, den wir in seinen Einzelheiten nicht verfolgt haben. Die fibröse Hülle, welche von Bindegewebe gebildet ist und an der Basis des Sinnesbüschels sogar mit Muskelfasern sich mengt, ist sehr mächtig, die Kerne sind sehr deutlich und thun durch ihre Fortsetzung gegen das Innere der Gehirnmasse hin dar, dass das Bindegewebe alle Zwischenräume dieser letzteren ausfüllt. An den Gehirnwänden mischen sich zu diesen Bindegewebskernen noch andere, etwas spindelförmige, aber auch körnige Kerne, welche mit Zellfortsätzen gegen innen ausstrahlen.

Jedes Ganglion weist in seinem Mittelpunkte einen weissen Kern auf, der von ausserordentlich dünnen Fasern gebildet wird, welche sich nur mit grosser Schwierigkeit färben lassen. Diese beiden weissen Centren werden durch eine starke, auf gleiche Weise gebaute Quercommissur mit einander verbunden. Auf der hinteren, dem Sinnesbüschel entgegengesetzten Fläche des Gehirnes endlich finden sich, zerstreut zwischen den Fasern und den kleinen Kernen, grosse runde Ganglienzellen vor, die einen klaren Inhalt, einen schwach gekörnten kugeligen Kern und ein sehr deutliches Kernkörperchen, das sich sehr lebhaft färbt, besitzen. Diese grossen Zellen besitzen ungefähr den vierfachen Durchmesser eines Blutkügelchens und scheinen in mehreren Reihen angeordnet zu sein.

Trotz seines gleichförmigen Aussehens für das blosse Auge und die Lupe verräth der Nervenstrang doch immer auf Querschnitten seine Zusammensetzung aus zwei mit einander verschmolzenen Hälften. Diese Theilung wird sehr deutlich auf denjenigen Schnitten, welche durch den freien Theil neben dem Rüssel gehen (*nt*, Fig. 192); dieselbe wird auch noch, obschon weniger klar, in den Schnitten angedeutet, welche durch die Spindel der Endkuppel gehen (*nf*, Fig. 196). Die Nervenstämme weisen immer ausnehmend kleine Ganglienzellen auf, deren intensiv gefärbte Kerne auch unter ziemlich bedeutenden Vergrösserungen allein sichtbar sind; starke Immersionslinsen sind nöthig, um die Zellenwände wahrzunehmen. Die Stämme und die dicken Aeste sind ausserdem wie das Gehirn von einer schlaffen Scheide aus Bindegewebe umgeben, das um die Bündel der ausserordentlich feinen und blassen Nervenfäserchen herum eine Eigenhülle bildet, welcher

die äussere Scheide Fäden zusendet; diese bindegewebigen Scheiden, in welchen man leicht die gleichen Kerne wie in dem Hypodermgewebe wahrnimmt, bieten ziemlich häufig auf Schnitten maschige Zeichnungen, so wie wir sie abgebildet haben, dar (*nc*, Fig. 192; *nfe*, Fig. 196) und gleichen so den Lymphgefässen, welche die Arterien und Venen der Reptilien umgeben. Die Ganglienzellen befinden sich immer an der Oberfläche der Nerven und auf dem Bauchstrange in der mehr

Fig. 196.



Theil eines durch die Nervenspindel der Endkuppel gelegten Querschnittes. *gm*, bindegewebige Scheide der Muskelbündel; *mc*, Schicht der Kreismuskeln; *ml*, Längsmuskeln des Körpers; ml^1, die zwei mittleren Längsbündel, welche sich gegen die Spindel erheben; nf^1, bindegewebige Scheide der endständigen Nervenspindel; nf^2, Maschengewebe, das von dieser Scheide gebildet wird; nf^3, Fasertheil der Spindel; nf^4, Ganglienzellen; *ns*, die beiden Nebennerven, mit welchen das Bündel endet.

oder weniger ausgeprägten Furche, welche die Trennung der beiden Hälften anzeigt.

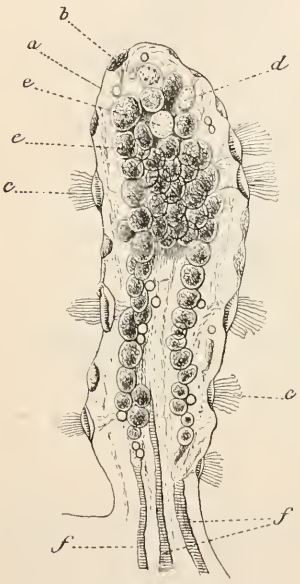
Die Muskeln, welche mit den Nervenstämmen im Zusammenhange stehen, befestigen sich immer durch Bindegewebe an die Nervenscheiden. Die Bindegewebsscheiden der Muskelbündel schicken Fortsätze aus oder verschmelzen sogar mit den Nervenscheiden. So haben wir es an den Nerven des Rüssels und auf der endständigen Spindel gesehen. Auf dieser letzteren (*ml'*, Fig. 196) verdicken sich die beiden medianen Längsmuskelbündel bedeutend, indem sie eine weit erhabenere Hervorragung als die übrigen Längsmuskeln bilden und indem sie ihre Bindegewebsscheide an diejenige der Nervenspindel

anlegen, umfassen sie sogar mit ihrer Scheide die beiden Seitennerven, mit welchen die Spindel endet (*ns*, Fig. 196).

Sinnesorgane. — Wir nennen Sinnesbüschel (*s*, Fig. 194 195) den oben erwähnten Kranz mit fingerartigen Fortsätzen, der auf dem Vorderrande des Gehirnes aufsitzt und frei in die allgemeine Körperhöhle hineinragt. Die Flüssigkeit dieser Höhle bespült seine Fortsätze.

Um dieses Büschel in frischem Zustande zu untersuchen, schneidet man das lebende Thier in der Nähe der Insertion der Zurückzieher hinter dem After rasch mit der Scheere durch; dann öffnet man den Rüssel schnell der Länge nach, löst mit einer feinen krummen Scheere das Gehirn ab, indem man eine der Klingen zwischen den Kranz und die Tentakelbasis einführt und breitet das so abgelöste Gehirn auf dem Objectträger aus. Man kann alsdann das in Fransen ausgeschnittene Büschel unter schwachen Vergrösserungen untersuchen und wenn die Operation gut ausgefallen ist, kann man die Fransenränder selbst mit Immersionslinsen beobachten.

Fig. 197.



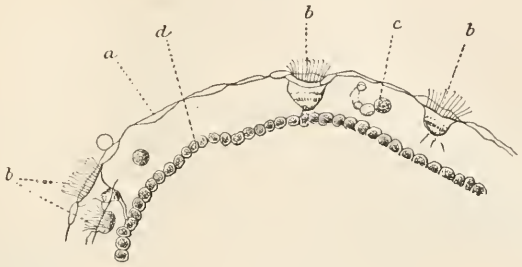
Ast des Sinnesbüschels nach einem lebenden Thiere mit der Cam. luc. gezeichnet. Zeiss, Obj. J. *a*, durchsichtige Scheide; *b*, in dieser Hülle gelegene Kerne; *c*, Wimperbecher im Profile gesehen; *d*, die gleichen, von oben gesehen; *e*, Pigmenthaufen; *f*, Muskelfasern.

Die Fransen sind solid, infolge ihrer Contractionen von ziemlich wechselnder Form und Bäumchen ähnlich, welche von einer gemeinsamen Basis ausgehen, indem sie Seitenäste (Fig. 195) treiben. Besonders an diesen Aesten kann man die Structureinzelheiten beobachten.

Man sieht alsdann, dass die Umrisse dieser ziemlich contractilen Fransen (Fig. 197) von einer durchsichtigen Substanz mit Rändern, die durch Zellkerne (*b*) unregelmässig verdickt sind, gebildet werden. In dieser Substanz sind von Abstand zu Abstand Wimperbecher in Form von Urnen (*c*) eingepflanzt. Jeder dieser Becher besitzt einen verdickten Rand, der eine breite, kraterförmige Oeffnung besitzt, durch welche ziemlich lange Wimperhaare heraustreten, welche sich gern am Ende hakenförmig krümmen und ihr Spiel noch ganze Stunden lang fortsetzen, wenn man sorgfältig die Präparirung im Meerwasser vor-

nimmt. Diese Krümmung der Wimperhaare zu einem endständigen Knöpfchen, welche man hier wie an vielen anderen Organen des Sipunculus beobachten kann, hat Brandt zu der, wie wir glauben, irrigen

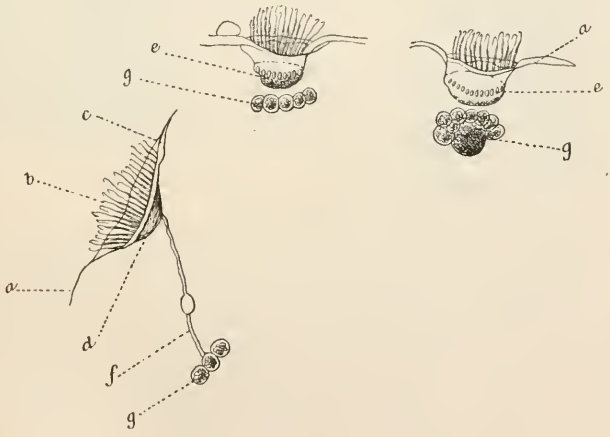
Fig. 198.



Rand eines stark ausgedehnten Astes eines Sinnesbüschels. Zeiss, Obj. J, Oc. 2. Cam. luc. *a*, durchsichtige Scheide mit Kernen; *b*, Wimperbecher; *c*, in der Scheide zerstreute Körperchen; *d*, Pigmenthaufen.

Ansicht verleitet, dass diese Thiere stecknadelförmige Wimperhaare besitzen. Im Grunde des Bechers befindet sich ein körniges Zellenpolster, in welchem man mit starken Vergrösserungen die länglichen,

Fig. 199.



Einige isolirte Becher. Zeiss, Immersion E, Oc. 2. Cam. luc. *a*, Rand der Sinnesbüschelscheide; *b*, Wimperhaare; *c*, verdickter Rand des Bechers; *d*, Boden des Bechers; *e*, Ring von Kernen der Wimperzellen; *f*, Nervenfaden (?) zum Boden des Bechers gehend; *g*, Pigmenthaufen.

glänzenden Kerne von im Kreise gestellten Zellen wahrnimmt (Fig. 198 und 199). Je nach den Stellungen scheinen die Wimperbecher nach

innen vertieft oder mehr ausgeweitet, so wie wir sie in Fig. 199 abgebildet haben. Bisweilen sind sie so beträchtlich nach aussen gerückt, dass sie unbedeutende Hervorragungen bilden. Gewöhnlich ruht der Boden des Bechers beinahe unmittelbar auf dem Inhalte der Franse, der von undurchsichtigen körnigen Zellen, welche einer weiteren Untersuchung nicht günstig sind, gebildet wird (*e*, Fig. 197); aber in einigen Fällen (*f*, Fig. 199) haben wir einen feinen Faden constatirt, der ohne Zweifel ein Nervenfaden ist, welcher vom Boden des Bechers ausgeht und sich in die Innensubstanz begiebt, wo man ihm nicht mehr folgen kann. Dieser Faden bot bisweilen eine runde Anschwellung dar, die wie ein Nervenzellenkern aussah. In der Innensubstanz bemerkt man hier und da Pigmenthaufen (*e*, Fig. 198) von gelblichbrauner Farbe. Wenn man die durchsichtigeren Seitenfransen (Fig. 197) untersucht, kann man nachweisen, dass Fäden von muskelartigem Aussehen (*f*) sich in den Stiel der Fransen begeben, den sie in seiner Länge durchlaufen. Möglicherweise begleiten feine Nervenfäden diese Muskelfäserchen, welche bei ihren Zusammenziehungen quere Knötchenlinien zeigen, die denjenigen der quergestreiften Muskeln der höheren Thiere einigermaassen ähnlich sehen.

Wir zweifeln nach diesen Ergebnissen nicht daran, dass der Fransenbüschel ein Sinnesorgan ist. Aber es ist schwer zu sagen, welche Vorrichtung dieses Organ erfüllt. Die Becher sind gegen die allgemeine Körperhöhle hin offen; in der Flüssigkeit, welche diese letztere erfüllt, spielen ihre Wimpern; der ganze Kranz taucht mit seinen freien Theilen in die Flüssigkeit der allgemeinen Körperhöhle, deren Blutkörperchen um die Fransen herumwirbeln. Es können daher hier keine Beziehungen zu der Aussenwelt vorkommen, weil die Becher auf der Seite der Fransensubstanz geschlossen sind. Die Fransen können demnach nur Empfindungen übermitteln, welche sich auf den Inhalt der allgemeinen Körperhöhle beziehen.

Die Becher sind sehr zart und bisweilen gelingt es nur mit Mühe, sie am lebenden Thiere wahrzunehmen, da die Contraction der Fransen sie derartig gegen den Inhalt presst, dass dadurch der durchsichtige Rand völlig verwischt wird. Wir haben vergebens gesucht, sie mit allen ihren Einzelheiten auf sorgfältig angefertigten Schnitten, welche sehr schön die übrigen bereits beschriebenen Structureinzelheiten sehen lassen, nachzuweisen. Alle Reagentien, welche wir versucht haben, Osmiumsäure, Sublimat, Chromsäure u. s. w. ziehen die Büschel so sehr zusammen, dass die Becher fast gänzlich verschwinden.

Der Tentakelapparat (*a*, Fig. 180, 200 und 201). — Dieser Apparat wird von zwei deutlich geschiedenen, aber zusammengehörenden Theilen gebildet, nämlich von dem Tentakelkranze und seinen Zuführungscanälen, welche dem Munddarme entlang verlaufen.

Der Tentakelkranz bildet um den Mundeingang herum (*a*, Fig. 200 und 201) einen zierlich in Fransen ausgeschnittenen Trichter. Diese Fransen besitzen, wenn sie sich ausdehnen, das Aussehen abgeflachter und gekerbter Blätter. Die Basis des Trichters ist vollständig bis zu einer gewissen Entfernung von der Stelle, wo die

Fig. 200.

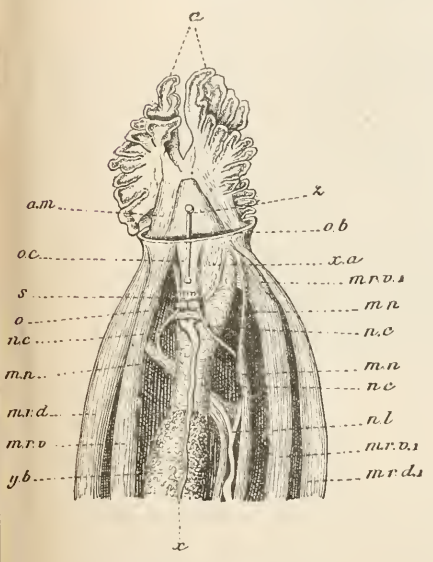


Fig. 201.

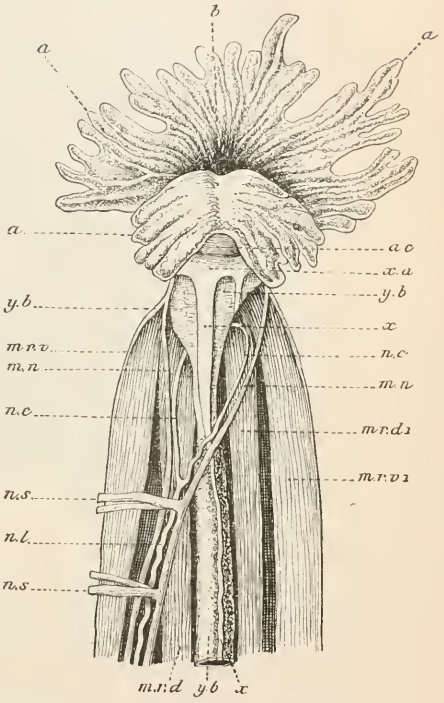


Fig. 200. — Präparat, einem Individuum entnommen, das mit entfaltetem Rüssel und Tentakelkranze gestorben war. Die Haut ist auf der Rückenlinie aufgeschnitten. Ums Doppelte vergrössert. *a*, Tentakelkranz; *am*, zu dem Kranze gehende Muskelbündel; *mn*, Nervenmuskeln; *mrd*, linker dorsaler Zurückzieher; mrd^1, rechter dorsaler Zurückzieher; *mrv*, linker ventraler Zurückzieher; mrv^1, rechter ventraler Zurückzieher; *nc*, Commissurnerven; *nl*, freier Nervenstrang; *o*, Gehirn; *ob*, den Eintritt zum Gehirncanal bildender Umschlag; *oc*, Gehirncanal; *z*, eine in diesen Canal geführte Sonde; *s*, Sinnesbüschel; *yb*, Munddarm; *x*, dorsaler Tentakelcanal.

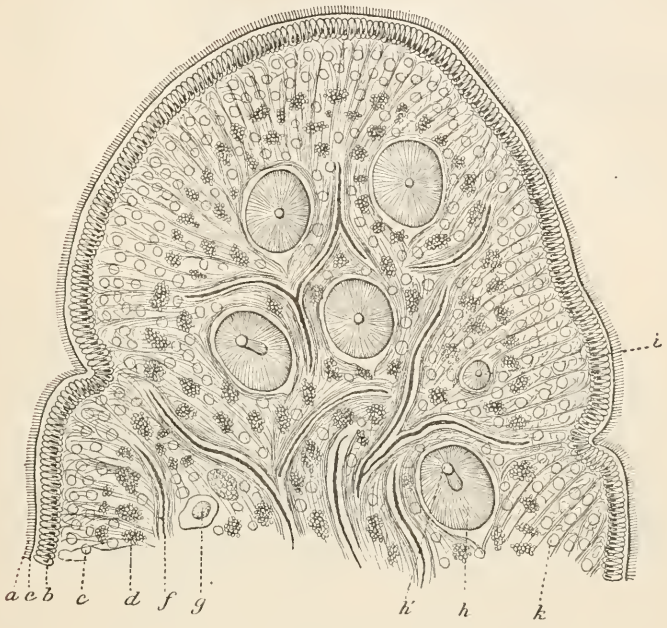
Fig. 201. — Ein dem vorhergehenden analoges Präparat, durch einen Einschnitt auf der Bauchseite hergestellt. Der Nervenstrang ist ein wenig nach rechts gezogen. *a*, Tentakelkranz; *ac*, sein Trichter gegen den Munddarm hin; *b*, Eingang zum Munde; *mn*, Nervenmuskeln; *mrd*, rechter dorsaler Zurückzieher; mrd^1, linker dorsaler Zurückzieher; *mrv*, rechter ventraler Zurückzieher; mrv^1, linker ventraler Zurückzieher; *nc*, Commissurnerven; *nl*, freier Nervenstrang des Rüssels; *ns*, von Muskelstreifen begleitete Nebennerven des Rüssels; *x*, ventraler Tentakelcanal; *xa*, Ampulle; *yb*, Munddarm.

Einschnitte beginnen; sie würde vollständig um das Rüsselende herumgehen, wäre sie nicht auf der Rückenseite, dem Gehirne gegenüber, durch eine feine, in den Gehirncanal (*z*, Fig. 200) führende Oeffnung unterbrochen. Die Fransen, welche diesen Canal auf der Bauchseite umgeben — seine Rückenseite wird einzig durch den an der Basis des Tentakelkranzes entwickelten Muskelring gebildet — falten sich gern nach innen, gegen den Mund zu ein, so dass der Trichter ein doppeltes Hufeisen bildet; aber dieses Aussehen, das sehr viele Zoologen für den Ausdruck der wirklichen Gestalt des Kranzes gehalten haben, ist trügerisch und dieser bildet in Wirklichkeit einen vollständigen Trichter.

Die Basis des Trichters, der sich vom oben erwähnten Muskelringe aus erhebt, wird von zwei häutigen Blättchen gebildet, die einander dicht anliegen, aber doch einen Innenraum lassen, der von zahlreichen Muskelgeflechten durchzogen wird und durch die Einspritzung der in den Tentakeln und den Canälen circulirenden Flüssigkeit bedeutend aufgetrieben werden kann. Er wird von einer sehr dünnen Haut, der verdünnten Fortsetzung der Haut des Rüssels überzogen. Diese Haut setzt sich, indem sie sich noch mehr verdünnt, auf die Tentakelblätter fort. Hier wird dieselbe von unzähligen Poren durchbohrt, aus welchen Wimperhaare hervortreten. Diese Flimmerhaare sitzen auf einer zusammenhängenden Schicht von länglichen Zellen, deren Kerne sich an der Basis befinden. Wenn man ein Tentakelblättchen, unmittelbar nachdem man den ganzen Kranz mit einem raschen Schnitte der Scheere an einem lebenden Thiere abgetrennt hat, untersucht, so kann man sich infolge der Durchsichtigkeit der Gewebe einen Einblick in den Bau desselben verschaffen. Unsere Zeichnung (Fig. 202) ist mit der hellen Kammer nach einem solchen Präparate aufgenommen worden. Man sieht an den Rändern die lebhaft schlagenden Wimperhaare (*a*), welche auf den beiden Flächen des Blättchens bis gegen den ungetheilten Theil des Trichters hin einen zusammenhängenden Ueberzug bilden. Die Haare scheinen von ihren Zellen durch eine sehr dünne Cuticula (*c*) getrennt zu sein. Innerhalb dieser Haut sieht man längliche Zellen (*b*), auf deren Boden man die länglichen körnigen Kerne wahrnimmt. Das Parenchym des Blättchens wird von Muskelgeflechten gebildet, welche in der allgemeinen Anlage ihrer Bündel eine strahlige Anordnung darbieten, in Wirklichkeit aber ein Maschengewebe von mit unter einander in Verbindung stehenden Vacuolen bilden. Die Muskelgeflechte durchsetzen das Blättchen von einer Fläche zur anderen und verfilzten sich in mannigfaltigster Weise. In diesen Vacuolen circuliren Körperchen, welche den Blutkügelchen der allgemeinen Körperhöhle durchaus ähnlich sind. Die Strömungen sind sehr schnell und finden in allen Richtungen statt; man kann unter dem Mikroskope kein anziehenderes Schauspiel als diese Körperchenströ-

mungen sehen, welche noch lange nach der Abtrennung des Tentakelkranzes fortdauern, da die Zusammenziehungen der mächtigen Muskelbündel an der Basis desselben das Ausfliessen durch die Wunde

Fig. 202.



Endstück eines Tentakelblattes, nach dem Leben gezeichnet. Verick, Obj. 3. Cam. luc. *a*, Flimmerhaare; *b*, Kerne der palissadenartig gestellten Wimperzellen; *c*, in den inneren Vacuolen circulirende Blutkörperchen; *d*, Pigmenthaufen, die äussere Zone freilassend; *e*, Cuticula; *f*, Falten der Körperdecken; *g*, besondere Zellen; *h*, Wimperdrüsen; h', Mündungen dieser Drüsen; *i*, junge Wimperdrüse; *k*, strahlige und Maschen bildende Muskelgeflechte.

verhindern. Wir müssen die Frage, ob diese Strömungen nur infolge der Zusammenziehungen der Muskelgeflechte stattfinden oder ob sie theilweise durch die Thätigkeit ausserordentlich feiner Wimperhaare verursacht werden, welche sich innen auf den Geflechten, besonders gegen die Oberfläche hin, vorfänden, unentschieden lassen. Wir haben bisweilen diese Wimperhaare zu bemerken geglaubt; aber die beständigen Zusammenziehungen verhindern eine genaue Beobachtung während des Lebens und wir haben uns von ihrer Anwesenheit an Schnitten, welche das Maschengewebe mit den von Blutkörperchen erfüllten Vacuolen sehr schön zeigen, nicht zu überzeugen vermocht.

Infolge ihrer Zusammenziehungen bieten die Blätter (*f*, Fig. 202) dicke Falten dar, an welchen man die Dicke der Hautdecken ersehen

kann. Man findet übrigens in dem Gewebe zahlreiche Pigmenthaufen (*d*), welche eine innere Zone einnehmen und auf einigen kurzen, nahe an der Basis des Trichters gelegenen Blättern bemerkt man dicke Drüsen mit rundlichen Umrissen, welche unter schwachen Vergrösserungen ein strahliges Aussehen besitzen und eine kleine Centralöffnung und eine ziemlich unbedeutende Innenhöhle sehr schön erkennen lassen (*h*, Fig. 202). Auf vielen Blättern fehlen diese Drüsen vollständig; sie häufen sich hingegen auf der Basis des Trichters an, wo man ihren Bau am besten studiren kann.

Diese Trichterbasis weist ziemlich mächtige Längs- und Kreismuskelschichten auf, die so einen wirklichen Ring bilden (*w*, Fig. 194), an welchen sich die abgeflachten Endigungen der Zurückzieher des Rüssels, sowie diejenigen der beiden Muskeln des Nervenstranges ansetzen. Dieser Ring bildet auf der Rückenfläche eine zierlich gewölbte Falte (*ob*, Fig. 195), von deren Grund aus der kurze Gehirncanal abgeht, der auf der Umhüllung des Gehirnes selbst unterhalb des Sinneskranzes endet. Wir führten eine feine Sonde in diesen Canal (*z*, Fig. 200), der sehr dünne, mit einem feinen Pflasterepithel überzogene Wände besitzt. Die bauchständige Wand des Canales liegt an der Wand der gemeinsamen Ampulle der Tentakelcanäle fest an.

Der Tentakeltrichter, der den Zugang zum Munde bildet, zeichnet sich durch dicke äussere Querfalten der Epidermis aus, zwischen denen die Wimperdrüsen (Fig. 185 und 186) vertheilt sind. Die Warzen des Rüssels hören hier plötzlich an einer deutlich bestimmten Grenze auf; die Fortsetzung des Trichters zeigt nur die erwähnten Falten der Epidermis, zwischen welchen man mittelst schwacher Vergrösserungen die darunter liegenden Längsmuskelfasern und die Drüsen (*e*, Fig. 185) bemerkt. Wenn man diesen Theil an einem seit ungefähr 12 Stunden todten Individuum untersucht, so sieht man, dass die Oberhaut hier gleichsam kleine eiförmige Felder darbietet, welche körnigen und etwas erhabenen Zellen (*b*, *c*, Fig. 186) ähnlich sind, die auf allen Seiten die Drüsen umgeben und bedecken.

Wenn man sie unter einer stärkeren Vergrösserung an einem lebenden Thiere untersucht, nachdem man das abgeschnittene Stück so gefaltet hat, dass man die Drüsen im Profil sieht, so kann man sich überzeugen (Fig. 203), dass diese Drüsen umfangreiche Massen mit dicken Wänden sind, die in ebenfalls dicke Polster (*c*) eingelassen sind. Sie werden von der hier und da zu kleinen Warzen erhobenen Epidermis (*b*) überzogen. Im Mittelpunkte der (*f*) in das Polster eingelassenen Drüse befindet sich die ziemlich enge Eingangsöffnung (*d*), die in die Innenhöhle führt, welche je nach ihrer Füllung (*e*, Fig. 203) ein verschiedenes Aussehen darbietet.

Die ganze Oberfläche der Drüsen wie der Polster ist mit mächtigen Wimperhaaren (*a*) überzogen, die wie ein Feuerwerksrad nach

von der Oeffnung als Centrum ausstrahlenden Linien angeordnet sind. Diese Haare erzeugen eine beträchtliche Wirbelbewegung und nehmen bei ihrem Absterben die Form von Haken oder Stecknadeln an. Die nicht wimpernden Theile der Hervorragung, welche die Drüsen trägt, sind mit einem Pflasterepithel bekleidet und man sieht im Inneren der Polster dicke Haufen von Pigmentkörpern. Die Zwischenräume zwischen den Drüsen tragen niemals Wimperhaare.

Die in der Tiefe der Tentakelblätter gelegenen Höhlen des Maschengewebes stehen mit der Ampulle der Tentakelcanäle in unmittelbarer Verbindung.

Diese Ampulle (*xa*, Fig. 201) ist vielmehr ein ringförmiges Sammelbecken, in welches vorn die Höhlen der Tentakelblätter und

Fig. 203.

Wimperdrüsen des Tentakeltrichters. Verick, Obj. 4. Cam. luc. *a*, Wimperhaare; *b*, Cuticula; *c*, Polster der Drüse; *d*, Mündung; *e*, Innenhöhle; *f*, Körper der Drüse; *g*, Pigmenthaufen; *h*, körnige Zellen; *i*, Körperdecke, von oben gesehen.

hinten die beiden Tentakelcanäle, der Rücken- und der Bauchcanal münden. Sie liegt unmittelbar auf dem Eingange zur Speiseröhre unter dem Gehirncanale und vor dem Gehirne und bietet je nach ihrer Füllung sehr verschiedene Zustände dar. Da sie von den verfilzten Muskelausbreitungen des Tentakeltrichters, von denen wir gesprochen haben, bedeckt wird, so weist sie in den gewöhnlichen Fällen und besonders wenn die Tentakeln ausgedehnt sind, nur einen sehr geringen Innenraum auf; aber in gewissen Fällen, wenn der durch das Fasten geschwächte Sipunkel lebhaft den Tentakelkranz zurückzieht, bildet sie eine umfangreiche röthliche Ampulle, welche den Hals des Trichters auftreibt.

Die Tentakelcanäle (*x*, Fig. 181, 200 und 201) entstehen unmittelbar an der runden Ampulle mit ziemlich engen Mündungen, die durch

die Umhüllungen und durch das Gehirn, welches direct auf dem Rückencanal aufliegt, sehr verengt werden. Es giebt in der That zwei solche Canäle, ein in Fig. 181 dargestellter Rückencanal und ein in Fig. 201 gezeichneter Bauchcanal. Diese Canäle bieten je nach ihrer Füllung sehr wechselnde Ansichten. Sie werden von sehr dünnen und durchsichtigen Wänden gebildet und wenn sie zusammengesunken sind, was während der Ausdehnung des Tentakelkranzes (Fig. 201) der Fall ist, so unterscheidet man sie kaum von den Wänden des Munddarmes. Aber im Füllungszustande (Fig. 181) sieht man sie gewunden, stellenweise zu grossen Blasen und Ampullen aufgetrieben, die mit einander durch engere Abschnitte in Verbindung stehen. Die beiden Canäle werden auf ihrem ganzen Verlaufe durch feine Muskelfasern und Fäden bindegewebiger Natur an den Darmcanal sowie an die Zurückzieher in der Umgebung befestigt. Sie begleiten, ohne mit einander in Verbindung zu stehen, den Munddarm auf seinem ganzen Verlaufe zwischen den Zurückziehern und endigen als geschlossene Blindsäcke etwas hinter der Scheidewand, die von den Insertionen der Zurückzieher gebildet wird. Wir haben Fälle gesehen, in denen die Auftreibungen dieser Canäle einen doppelt so grossen Durchmesser als der Munddarm besassen und umfangreiche, durchsichtige Blasen bildeten, deren Bau man sehr gut, selbst mit starken Vergrösserungen, untersuchen konnte.

Nun ist im Grunde diese Structur die nämliche wie diejenige der Tentakelblätter. Die Canäle besitzen kein einfaches Lumen; ihre Wände werden von Muskelgeflechten durchwoben, welche das Canallumen in allen Richtungen durchsetzen und so ein Gewebe mit weiten inneren Maschen bilden, in welchem die Blutkügelchen wie in den Tentakelblättern circuliren. Die sehr lebhaften und raschen Strömungen streifen den Wänden entlang. Das äussere Flimmerepithel, die Drüsen und die Pigmenthaufen, welche den Tentakelblättern eigen sind, fehlen; das äussere Epithel ist einfach eine Schicht von flachen Pflasterzellen, aber das innere Muskelgeflecht und die Circulation der Kügelchen sind die nämlichen. Ein einziges Mal unter etwa zwanzig in dieser Hinsicht untersuchten Exemplaren haben wir in diesen Canälen Urnen gesehen; in den gewöhnlichen Fällen sieht man darin nur Blutkörperchen und auch wohl Haufen einer zäh schleimigen Substanz, welche verfallene Kügelchen einschliesst, die eine gelbe oder zinnoberrothe Farbe besitzen, und die man mittelst eines leichten Druckes den Canälen entlang bis in die Ampulle und sogar in die Lücken der Tentakelblätter treiben kann. Durch diesen einfachen Kunstgriff ersetzt man vortheilhaft die Injection, welche immer die innere Structur zerstört.

Die Canäle, die Ampulle und der Tentakelkranz bilden also im Grunde genommen nur einen, dem Munddarme angehefteten und über

den Eingang des Mundes gestellten einzigen Apparat. Alle Höhlen dieses Apparates stehen mit einander in Verbindung, haben aber keine Beziehung weder zum Darmcanale noch zu der allgemeinen Körperhöhle; sie bilden ein besonderes, vollkommen geschlossenes und isolirtes System. Offenbar gleicht die Function dieses Systemes sehr derjenigen der Ambulacralfüsschen und der Poli'schen Blasen bei den Echinodermen; die Canäle sind gefüllt und ausgedehnt, wenn die Tentakeln eingezogen sind und das Gegentheil findet statt, während sich diese letzteren ausdehnen. Wir müssen künftigen Beobachtern die Lösung der Frage überlassen, ob die so lebhafte Circulation, welche sich im ganzen Systeme kund giebt, einzig infolge der Muskelzusammenziehungen stattfindet oder ob, was wir für wahrscheinlich halten, sehr feine auf die Muskelgeflechte gestellte Wimperhaare daran einen gewissen Antheil haben; ebenso wenig wie in den Tentakelblättern haben wir in den Canälen diese Wimpern mit vollständiger Gewissheit nachweisen können.

Darmcanal (*y* in allen Figuren). — Nachdem man einen Sipunkel mittelst eines Längsschnittes (Fig. 180) geöffnet hat, bemerkt man unmittelbar den schraubenartig gewundenen Darmcanal, der sich vom Munde an bis zur Spitze der Endkuppel erstreckt. Es ist kaum möglich, auf dem ganzen Verlaufe dieses Schlauches Abschnitte zu unterscheiden, die durch ihren Bau oder ihren Umfang specieller entwickelt wären. Der Darm besteht aus einem gleichförmigen Schlauche und die Volumunterschiede, welche man an ihm wahrnehmen kann, hängen von zufälligen Füllungen oder momentanen Zusammenziehungen ab. Der Darm eines frisch eingefangenen Wurmes ist gewöhnlich von einem Ende zum anderen ganz mit verschlucktem Sande angefüllt, in welchem man immer leere Foraminiferen und andere kleine organische Körper findet, welche als Nahrung dienen. Man kann mittelst des oben angegebenen Verfahrens den Darmcanal vollständig leeren, aber die Thiere halten dieses gezwungene Fasten nicht lange aus.

Wenn man durchaus darauf ausgeht, an diesem überall gleich gebauten Rohre Theile zu unterscheiden, so kann man die ganze vordere Strecke bis zur Endigung der Tentakelcanäle als Munddarm, den Theil, auf welchem das Diverticulum, von dem wir später sprechen werden, befestigt ist, als Enddarm und die ganze zwischen diesen beiden Theilen gelegene Strecke als Mitteldarm auffassen. Aber diese Bezeichnungen bieten keine festen Grenzen dar, da besonders der Darmanhang, was seine Entwickelung anbetrifft, bedeutend variirt.

Der Darmcanal wird auf seinem ganzen Verlaufe mittelst sehr feiner und durchsichtiger Bänder an die Längsmuskeln des Körpers, an die Zurückzieher des Rüssels und an seine eigenen Umwindungen befestigt. Wir haben versucht, das Aussehen dieser Bänder (*m a*, Fig. 181) wiederzugeben, aber im Allgemeinen sind sie so durchsichtig, dass

man sie bei dem Seciren unter Wasser nur infolge des Widerstandes wahrnimmt, welchen sie darbieten, wenn man die Windungen des Darmes entwirren will. Wenn man den Darmcanal vollständig abrollt, so findet man, dass er vom Munde bis zu dem auf der Rückenseite ungefähr in dem ersten Drittel der Körperlänge liegenden After etwa doppelt so lang als der Körper ist; an einem 20 cm langen Individuum maass der Darmcanal 40,5 cm.

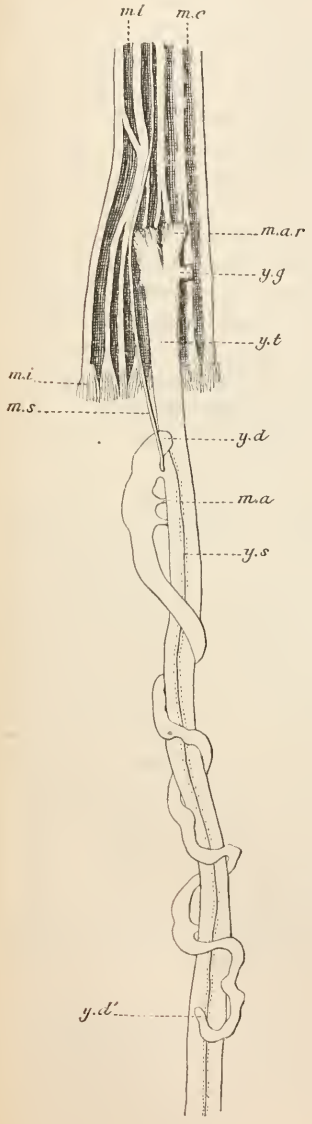
Der Munddarm (*yb*, Fig. 180) steigt von der keine besondere Bildung aufweisenden Oeffnung des Tentakeltrichters, welche wir den Mund nennen können, in gerader Linie zwischen den vier Zurückziehern des Rüssels herab, an welche er durch zahlreiche Bänder befestigt ist. Er wird auf diesem ganzen Verlaufe von den beiden Tentakelcanälen begleitet, welche mit ihren inneren Rändern an ihn geheftet sind und sich noch etwas über den Isthmus des Diaphragmas hinaus erstrecken. Ueber diese Oeffnung hinaus setzt sich der Munddarm, indem er sich um die übrigen Theile des Darmes herumschlingt, ungefähr bis in die Mitte der Länge hin fort. Bei dem erwähnten 20 cm langen Individuum stieg er so bis zu 9 cm vom Hinterende hinab. Hier bildet der Darm eine Krümmung und steigt, immer korkzieherartig gewunden, wieder bis zum Diaphragma hinauf, wo er sich von Neuem zusammenbiegt, um gegen das Hinterende hinabzusteigen. Die aufsteigende Darmschlinge ist immer fest am Diaphragma angeheftet. Von der hinteren Schlinge an dreht sich der Darm in einfacher Schraubenwindung bis zur Endkuppel des Körpers zusammen, um so wieder zum After hinauf zu steigen. In dem ganzen hinteren Körperende existirt nur eine einfache, von zwei zusammengebogenen Abtheilungen des Darmes gebildete Schraubenwindung, während in dem zwischen Diaphragma und hinterer Krümmung gelegenen Theile vier Röhren zu einer doppelten Schraubenwindung zusammengedreht sind.

Der beim Diaphragma angelangte Enddarm setzt sich fast in gerader Linie gegen den After hin fort, der von starken Muskelbündeln umgeben ist und sich mittelst einer medianen Spalte in Gestalt einer länglichen Warze nach aussen öffnet. Auf dieser Strecke, welche man den Mastdarm nennen kann, finden sich besondere Gebilde vor: zuerst die Insertion des Anhanges, an welchen sich ein besonderer, Spiralmuskel (m^3) genannter Muskel anheftet und ganz nahe an der Afterspalte zwei seitliche Bündel von Drüsen, die Mastdarmdrüsen (*yg*, Fig. 204), welche von starken Muskelbündeln umgeben werden.

Wenn man den Darmcanal mit blossem Auge oder mit der Lupe untersucht, so weist er auf seiner ganzen Länge eine nach innen vortretende Linie auf, welche am Munde selbst beginnt und nahe am Mastdarme beim Eingange zum Anhange endet. Diese Linie, die wir die Darmfurche nennen (*ys*, Fig. 204 und 205) sticht gewöhnlich

durch eine ziemlich lebhaft rothe Farbe von den durchsichtigen und farblosen Darmwänden ab, auf welchen man an den zusammengezogenen Stellen geschlängelte dunkle Längslinien wahrnimmt, die von den in den Wänden entwickelten Muskelstreifen herrühren.

Fig. 204.



Bevor wir in Einzelheiten eintreten, haben wir vorerst die besonderen Gebilde zu beschreiben, welche mit blossem Auge oder mit der Lupe auf dem Enddarme sich sehen lassen.

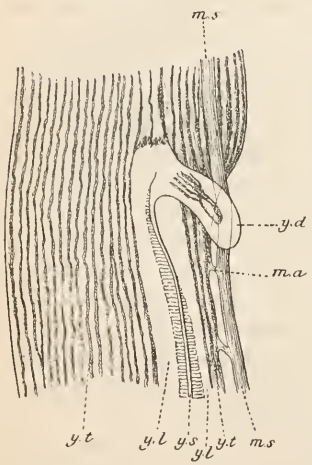
Das Ende des Mastdarmes wird auf allen Seiten von einer dichten Verfilzung von Muskelfasern umhüllt, welche auf den benachbarten Längsbündeln des Körpers entspringen. Fast am Hinterende der Afterspalte concentrirt sich diese Verfilzung zu zwei seitlichen Bündeln, die jederseits einen Büschel sehr zierlicher verzweigter Drüsen (Fig. 206) umgeben. Diese Drüsen öffnen sich in den Mastdarm, der auf einer Länge von 2 bis 3 cm ungefähr keine Spur einer Darmfurche zeigt. In der angegebenen Entfernung trifft man den Beginn dieser Furche in inniger Beziehung zu dem Anhange (*y d*, Fig. 204 und 205), der nur der Ursprung derselben ist.

Dieser Anhang bietet in der That die erstaunlichsten Abwechselungen dar, deren am meisten entgegengesetzte Formen auf unseren Fig. 204 und 205 wiedergegeben sind. In seinem entwickeltesten Zustande (Fig. 204) stellt er einen gewundenen Schlauch von schwefelgelber Farbe vor, der sich auf einer Länge von 8 bis 9 cm ungefähr um den Enddarm herumwickelt. Sein Vorderende bildet

Präparat zur Veranschaulichung des Darmanhanges in seiner grössten Entwickelung. Natürliche Grösse. *m a*, Muskelbänder des Anhanges; *m a r*, Muskelfasern zum Anheften des Mastdarmes; *m c*, Kreismuskeln des Körpers; *m i*, Insertionen der das Diaphragma bildenden Zurückzieher, durchschnitten; *m l*, Längsmuskeln des Körpers; *m s*, Spiralmuskel; *y d*, Darmanhang; *y g*, Analdrüsen; *y s*, Darmfurche; *y t*, Enddarm.

einen kleinen haubenartigen Blindsack, hinter welchem sich der immer einfache Canal vorfindet, durch welchen der Anhang in den Darm mündet. An dieser Stelle legt sich der Spiralmuskel (*ms*, Fig. 204 und 205) an den Anhang, indem er über den Blindsack sich hinzieht. Dieser dünne runde Muskel entsteht in der Entfernung von einigen Centimetern vor dem Mastdarme aus einigen Fasern des medianen rechten dorsalen Muskelbündels, geht längs des Mastdarmes hin, verläuft über den Blindsack des Anhanges, theilt sich in zwei Aeste, von denen der eine dem Darmcanale, der andere dem Anhange folgt und sendet hinter dem Verbindungscanale einige starke Befestigungsbündel (*ma*, Fig. 204 und 205) zum Darmcanale. Diese Bündel haben einige Zoologen für Verbindungscanäle gehalten. Auf seinem ganzen Verlaufe um den Enddarm herum ist der Anhang übrigens mittelst feiner, durchsichtiger Fasern an den Darm geheftet. Das hintere gebogene Ende ist blind geschlossen und steht mit dem Darme nicht in Verbindung. Der Anhang besitzt sehr dünne und durchscheinende Wände; die gelbe Farbe rührt von seinem körnigen Inhalte her.

Fig. 205.



Theil des Enddarmes, den Anhang im Zustande vollständiger Reduction zeigend. Sechsmal vergrössert. *ma*, Muskelbänder des Enddarmes, welche von dem Spiralmuskel *ms* geliefert werden; *yd*, reducirter Anhang; *yl*, durchsichtiges Feld ohne Muskeln, zu beiden Seiten der Darmfurche *ys*; *yt*, Muskelwände des Enddarms.

In seinem reducirtesten Zustande (Fig. 205) besitzt hingegen der Anhang höchstens eine Länge von 2 mm, ist farblos und entgeht leicht der Beobachtung, da er der Aussenwand des Darmes eng anliegt. Man findet ihn leichter, wenn man dem Spiralmuskel folgt, der immer über den Grund dieses reducirten Anhanges hinzieht. In diesem reducirten Zustande besitzt der Anhang die Form einer länglichen phrygischen Mütze, welche sich auf einem durchsichtigen Felde weit in den Darm öffnet. Diese Oeffnung entspricht direct der Darmfurche (*ys*), welche mit jener hohlen Haube endet. Die Höhle dieser Haube scheint im Inneren mit einigen zusammengezogenen Muskelfäserchen belegt zu sein.

Da wir voraussetzten, dass diese so verschiedenen Zustände des Anhanges entweder mit dem Geschlechte oder mit dem Füllungszustande des Darmes in Verbindung stehen müssten, untersuchten wir zwanzig Würmer von verschiedenem Alter in der Absicht, diese Be-

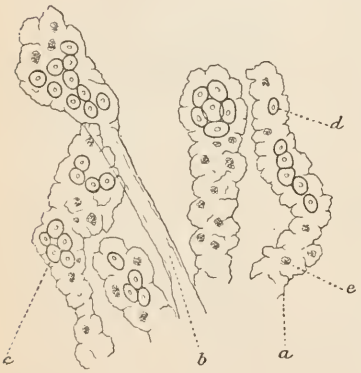
ziehungen nachzuweisen. Wir müssen sagen, dass die aufgenommene Uebersichtstabelle dieser Beobachtungen keiner dieser Vermuthungen entspricht. Unter den untersuchten Thieren waren 11 Männchen und neun Weibchen; fünf Männchen hatten einen langen, sechs einen reducirten Anhang; fünf Weibchen besassen einen langen, vier einen reducirten Anhang; bei elf Individuen war der Darm angefüllt, bei neun war er leer und das Verhältniss in der Zahl der Männchen und der Weibchen war in dem letzteren Falle das gleiche. Wir wissen demnach durchaus nicht, woher diese so beträchtlichen Verschiedenheiten in der Entwickelung des Anhanges kommen.

Der Darmcanal wird aussen wie innen von einem zusammenhängenden Flimmerepithel überzogen, dessen Wimpern aber ausserordentlich fein sind und auf dem isolirten Darme ihre Bewegungen bald einstellen. Eine Ausnahme findet nur für die Darmfurche statt, welche ziemlich lange und starke Flimmerhaare besitzt, die eine sehr ausgeprägte Bewegung hervorrufen. Die Wimpern bekleiden den Grund der Furche sowie auch die beiden Drüsenwülste, welche dieselbe bilden.

Die feinere Structur des Darmcanales giebt sich auf Querschnitten ziemlich gut zu erkennen. Man muss nur die aufgeblasenen Stellen von den gewaltsam zusammengezogenen zu unterscheiden wissen. Das Aussehen der nämlichen Gewebe schwankt je nach diesen Zuständen bedeutend. Die äusserste Schicht ist offenbar bindegewebiger Natur: sie färbt sich lebhaft und bietet an den zusammengezogenen Stellen ziemlich regelmässige kleine Warzen dar, auf welchen sehr feine Wimperhaare stehen. Die äussere Oberfläche gleicht so einem fein gezähnten Rade. Dann kommt eine Kreismuskelschicht und auf dieselbe folgt nach innen hin eine Lage von Längsbündeln. Die zottenbildende Schleimhaut ist ziemlich dick und wäre auf ihrer ganzen Ausdehnung von der inneren Muskelschicht getrennt, wenn nicht zahlreiche, schräg verlaufende Muskelbündel, welche von faserigem Bindegewebe begleitet werden, sich zu der Schleimhaut begäben und in ihren Falten ausstrahlten. Die Schleimhaut gleicht so in ihrer Gesammtheit einem grossen gefalteten Tuche, das man in ein Futteral gesteckt und innen mit Bändern daran befestigt hätte. In den ausgedehnten Theilen unterscheidet man auf der Mitte jeder Zotte (welche in der That Längswülste des Darmes sind) eine die Form der Zotte mehr oder weniger wiederholende Höhle, welche mit dem Systeme der längs der Muskelschicht ausgebreiteten Höhlen in Verbindung steht und von den erwähnten Muskelfasern und -bündeln durchsetzt wird. Dieselben anastomosiren unter einander und bilden so ein Gewebe mit weiten Maschen. In den zusammengezogenen Theilen des Darmes verschwinden diese Maschen und der Mittelpunkt der Zotte wird von Bündeln und Fasern eingenommen, welche eine baumähnliche Zeichnung hervorbringen.

Die Schleimhaut selbst scheint von einem wenig differenzirten Bindegewebe gebildet. Die Fäserchen sind ausserordentlich fein und rechtwinkelig in der Art gegen die Peripherie gestellt, dass das ganze Gewebe wie ein schattirter Theil einer Zeichnung mit Schraffirungen sich ausnimmt. Die Fäserchen anastomosiren, wie es scheint, unter einander; jedenfalls setzen sie die Richtung der Muskelfasern im Inneren der Zotten fort. Dieses Bindegewebe ist ausserdem immer mit sehr kleinen Körnern erfüllt, die sich sogar unter den stärksten Vergrösserungen nur als kleine schwarze Punkte oder stark contourirte Blasen darbieten. Diese Körner scheinen uns von fettiger Beschaffenheit zu sein. Möglicherweise wäre dieses fäserchenartige Aussehen auch nur der optische Ausdruck sehr dünner und hoher Palissadenzellen. Wie dem auch sei, die Umrisse der Zotte sind von sehr kleinen, schwachkörnigen Zellen und von einer Cuticularlinie gebildet, auf welcher sich die ausserordentlich feinen Flimmerhaare zeigen.

Fig. 206.



Einige Endäste der Afterdrüsen. Verick, Obj. 4. Cam. luc. *a*, Eigenhülle; *b*, dieselbe, zu einem Ausführungsgang ausgezogen; *c*, ausgebildete Körperchen; *d*, in Bildung begriffene lichtbrechende Körperchen.

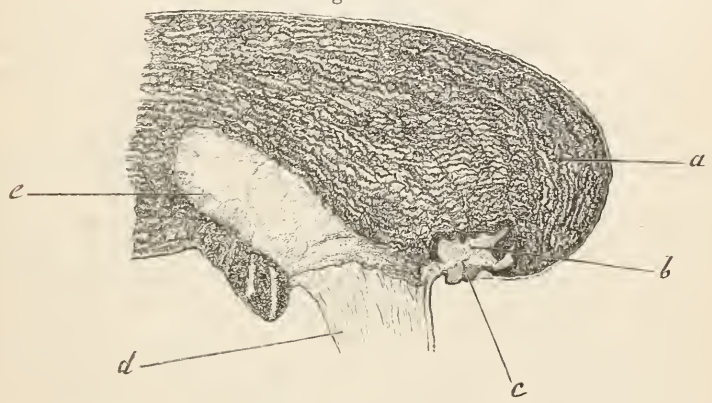
Auf den beiden die Darmfurche bildenden Wülsten sind alle Elemente kräftiger entwickelt. Die Muskelbündel, welche in die Basis treten, sind sehr gross, die Maschen in den ausgedehnten Theilen beträchtlicher; das Gewebe der Schleimhaut gleicht mehr einem aus hohen Palissadenzellen gebildeten Zellgewebe. Eine sehr breite, durch eine deutliche Linie geschiedene Einfassung findet sich am Rande; vor und in dieser Einfassung bemerkt man hauptsächlich am Gipfel und am äusseren Rande der scheinbaren Zotte grosse, helle, runde oder birnförmige Zellen, deren Stiel nach innen gekehrt ist. Diese Zellen besitzen einen dicken, körnigen Kern. Auf dem inneren Rande der Furche scheinen diese Zellen Uebergänge zu den länglichen schmalen Zellen zu bilden. Auf dieser ganzen Einfassung zeigt sich eine ziemlich deutliche Cuticula, auf welcher im Inneren der Furche dicke Flimmerhaare sitzen. Dieselben sind lang und leisten der Wirkung von Reagentien bedeutenden Widerstand.

Die Afterdrüsen sind, wie wir bereits erwähnt haben, von ästigen Schläuchen und aus einer durchsichtigen Membran gebildet, an welch letzterer wir keine weitere Structur haben erkennen können

(*a*, Fig. 206). Diese Schläuche sammeln sich in einigen sehr feinen Ausführungsgängen, welche sich seitlich in den Mastdarm öffnen. Bisweilen enthalten die Schläuche nur Flüssigkeit; in anderen Fällen findet man darin kleine Körner (*d*), welche nach und nach anwachsen und sehr lichtbrechende kugelige Körper werden, die wahrscheinlich zuletzt ausgestossen werden.

Segmentalorgane (*l*, Fig. 180, 181, 192 und 207). — Untersucht man aufmerksam die Bauchseite eines Sipunculus, so sieht man in der Entfernung von ungefähr 2 cm vor dem After des erwachsenen Thieres zwei kleine Oeffnungen, aus welchen bisweilen ein Strahl Eier oder Samen hervorspritzt. Schneidet man das Thier auf, so entdeckt man, dass diesen zu beiden Seiten des Nervenstranges

Fig. 207.



Vordere Endigung des Segmentalorganes, sechsmal vergrössert. *a*, bedeutend zusammengezogenes und gekräuseltes Muskelgeflecht zeigendes blindes Ende; *b*, stark wimpernde, in die allgemeine Körperhöhle führende Oeffnung; *c*, in das Organ sich einsenkende Fortsetzung des Ausführungscanales; *d*, Ausführungscanal, sehr reich an Muskeln und die Tegumente durchsetzend; *e*, Muskelmund der Oeffnung *b*.

gelegenen Oeffnungen zwei längliche Schläuche (*l*, Fig. 180, 181) entsprechen, welche vorn wie hinten blind geschlossen sind und im Allgemeinen die Form einer Keule besitzen. Diese Schläuche sind braun oder gelblich und sehr beweglich; sie wickeln sich zwischen den Zurückziehern durch und um den Darm herum und verkürzen oder verlängern sich oft so, dass sie mit ihrem freien Ende sogar das Gehirn oder den Darm hinter dem Diaphragma berühren. Dies sind die Segmentalorgane. Sie bieten eine runzelige Oberfläche dar und das braune Pigment scheint bisweilen in unregelmässigen, rautenartigen Feldern angeordnet, die durch hellere gekreuzte Linien getrennt werden. In anderen Fällen von Contraction (Fig. 207) sieht man gekräuselte Linien, welche im Allgemeinen einer Längsrichtung folgen.

Um das Organ mehr in seinen Einzelheiten zu untersuchen, wird man gut daran thun, es an seinem Insertionspunkte mit einer auf die Klinge gekrümmten Scheere abzulösen und den Schnitt ziemlich tief bis zur Haut zu führen. Nachdem man das Organ auf diese Weise abgelöst hat, kann man es auf einem Objectträger ausbreiten und es mittelst schwacher Vergrösserungen untersuchen. Man sieht alsdann (Fig. 207), dass das Vorderende rundlich und haubenartig geschlossen ist, dass sich aber in einiger Entfernung von diesem Ende ein gegen die äussere Oeffnung gerichteter Canal inserirt, welcher sehr reich an Muskeln ist. Diese Muskeln werden hauptsächlich von Längsfasern gebildet, die den Canal vollständig wie eine Scheide umhüllen und am Rande der Aussenöffnung mit den Längsmuskeln des Körpers verschmelzen. Das Lumen dieses Canals setzt sich noch in der Längsrichtung des Organes nach hinten wie ein gestreckter, durchscheinender und pigmentloser Raum fort. Hier lassen stärkere Vergrösserungen ziemlich mächtige, in verschiedenen Richtungen verlaufende Muskelgeflechte wahrnehmen.

Unmittelbar vor der Insertion des zum Organe gehörenden Ausführungsganges befindet sich eine der Haut zugekehrte Oeffnung (*b*, Fig. 207) mit unregelmässigen und warzigen Lippen, in welchen das Pigment aufhört. Diese Oeffnung ist mit einem kurzen Muskelfortsatze versehen, der infolge seiner Zusammenziehungen bisweilen das Aussehen einer kurzen Glocke oder einer weiten Mundöffnung annimmt. Gewöhnlich ist dieser Fortsatz (*c*, Fig. 207) so zusammengezogen und gefaltet, dass er vollständig verschwindet, aber bisweilen haben wir ihn weit offen gesehen, wo er dann mittelst seiner Flimmerhaare die Strömung, welche die in der Flüssigkeit enthaltenen, eintretenden und austretenden Körper mitriss, zu einer wirbelnden Bewegung gestaltete. In der That verräth sich die Stelle, wo diese innere, in die allgemeine Körperhöhle führende Oeffnung sich befindet, unmittelbar selbst unter schwachen Vergrösserungen durch eine lebhafte Wirbelbewegung. Die Bewegung der Flimmerhaare, welche den Muskelcanal und die Lippen auf allen Seiten bekleiden, hält noch an, wenn alle anderen Wimperhaare des Epithels der Segmentalorgane ihre Bewegung eingestellt haben. Durch diese Oeffnung treten offenbar die Zeugungsproducte aus der allgemeinen Körperhöhle, wo sie sich ausbilden, zu ihrer Reifezeit in die Segmentalorgane ein, um dann durch den Ausführungscanal derselben ausgestossen zu werden. Spengel, der in letzter Linie die Existenz dieser Oeffnung sehr vielen Autoren gegenüber, welche sie bestritten haben, aufrecht erhalten hat, hat durch seine künstlichen Befruchtungsversuche zur Genüge bewiesen, dass man in den Segmentalorganen die reifen Producte suchen muss, und wir haben sie bei mehreren Individuen in Gestalt eines Strahles zum Vorschein kommen sehen.

Das hintere Ende der Segmentalorgane ist vollkommen geschlossen und an ihren Wänden findet sich keine andere Oeffnung vor.

Diese Wände sind auf eine besondere Weise gebildet. Querschnitte (*l*, Fig. 192) zeigen bei geringer Vergrösserung Schläuche mit weitem innerem Lumen, die oft mit Körnern, Blutkörperchen u. s. w. erfüllt sind, und ziemlich dicke, unregelmässig aufgeblasene Wände besitzen. Muskelgeflechte bilden die Grundlage dieser Wände. Die Längsbündel sind die mächtigsten; sie werden unter einander durch Bündel von schiefen und Kreisfasern verbunden, welche rautenförmige, mit Pigmentanhäufungen und Bindegewebe erfüllte Taschen bilden. Dieses Bindegewebe besitzt ausserordentlich feine und verfilzte Fasern, die sehr feine Körner enthalten, welche sich lebhaft färben und uns auf ihre kleinste Ausdehnung beschränkte Kerne zu sein scheinen. Die Taschen werden in allen Richtungen von Muskelfasern durchzogen und bald nach innen zurückgezogen, bald in Form von Warzen nach aussen vorgestossen.

Das äussere Epithelium ist von deutlichen Zellen gebildet, welche infolge der beschriebenen Zusammenziehungen bald cylindrisch, bald rund scheinen und vielmehr Cytoden sind, da sie einer Eigenwand entbehren. Diese Körper sind mit farblosen oder gelblichen Körnern erfüllt und tragen einen Büschel von ziemlich dicken und langen Wimperhaaren, welche sich leicht hakenartig krümmen und dann ein stecknadelartiges Aussehen darbieten. Sie lösen sich mit der grössten Leichtigkeit ab und die Bewegungen der Wimperhaare halten nicht lange an. Man sieht solche, an welchen die Wimperhaare einen beinahe straffen Büschel bilden, während man an anderen gar keine Wimperhaare sieht. Die Wimperhaare scheinen wie Pseudopodien von Amoeben zurückgezogen werden zu können; jedenfalls lösen sie sich sehr leicht ab und nehmen alsdann die mannigfaltigsten Formen an, indem sie sich immerhin noch einige Zeit lang bewegen. Die verschiedenen zur Härtung der Gewebe und Anfertigung von Schnitten angewendeten Reagentien entstellen diese Gebilde mit Wimperbüscheln so sehr, dass man sie nothgedrungen an lebenden Thieren untersuchen muss.

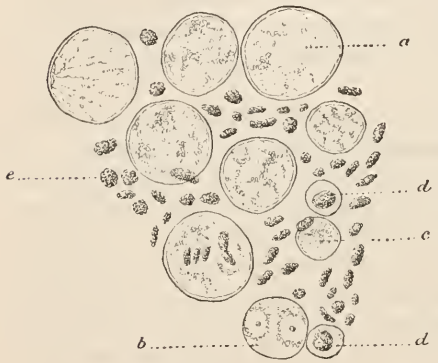
Man findet bisweilen in dem beschriebenen Bindegewebe kleine Concretionen, welche eine derjenigen der Nieren ähnliche Function der Segmentalorgane andeuten könnten. Jedenfalls sind dieselben bei den Sipunculiden mit jener anderen wichtigen Vorrichtung der Segmentalorgane betraut, welche in der Leitung der Zeugungsproducte nach aussen besteht.

Geschlechtsorgane. — Man kann bei Sipunculus kaum von Geschlechtsorganen im strengen Sinne des Wortes sprechen. Wie es scheint, entwickeln sich die Geschlechtsproducte nur periodisch auf der Basis der beiden ventralen Zurückzieher des Rüssels. Während

der Sommermonate werden diese Muskeln wie die übrigen von einer, zahlreiche körnige und eirunde Kerne aufweisenden Bindegewebsscheide umhüllt, zeigen aber im Februar und März, zu welcher Zeit wir sie haben untersuchen können, inmitten dieser Bindegewebsscheide einen schmalen Querstreifen, in welchem Zellen von einer anderen Beschaffenheit angehäuft sind. Wir haben sie nach einem Individuum gezeichnet, von welchem wir voraussetzen, dass es ein Männchen sei, denn wir haben in der allgemeinen Körperhöhle keine weiter ausgebildete Producte gefunden.

Die grössten Zellen (*a*, Fig. 208) besassen eine deutliche Membran und einen flockigen Inhalt, der in einigen Zellen eine strahlige Anordnung und bisweilen einen dunkleren Mittelpunkt, der vielleicht einen Kern andeutet, zu haben schien. Wir haben auch kleinere Zellen (*b*) gefunden, welche in der Mitte heller Räume zwei deutliche Kerne aufwiesen, was eine Zweitheilung anzudeuten scheint; andere kleinere Zellen (*c*) hatten körnigen Inhalt und die kleinsten (*e*) besassen eine deutliche Membran, ein homogenes, klares oder sehr schwach körniges Protoplasma und einen stark körnigen centralen Kern. Diese Kerne sind zwar etwas grösser als diejenigen des Bindegewebes, ähneln letzteren aber durch ihr Aussehen, ihr Verhalten und durch die Leichtigkeit, mit welcher sie sich färben, so sehr, dass man geneigt ist anzunehmen, sie seien ursprünglich Kerne des Bindegewebes, welche sich mit einer Zellenmembran umgeben, sich später theilen, auflösen und endlich infolge innerer Sprossungen die grossen, flockigen, samenerzeugenden Zellen bilden. Wenn die Beziehung zwischen den auf unserer Figur mit Hülfe der *Camera lucida* wiedergegebenen Formen eine derartige ist, so müsste man daraus schliessen, dass die Zeugungsproducte sich in einer gewissen Jahreszeit auf Kosten von Kernen des Bindegewebes entwickeln. Die kernlosen Zellen nehmen nur sehr schwierig Farbstoffe an und stechen durch ihre graue Farbe von den gerötheten Muskeln ab. Unglücklicherweise haben wir im Februar und März unsere Forschungen unterbrechen müssen und

Fig. 208.



Samenbereitende Zellen auf dem Zurückzieher des Rüssels. Verick, Obj. 6. Cam. luc. *a*, ausgebildete Zellen, im Begriff sich abzulösen; *b*, jüngere Zelle mit zwei Kernen; *c*, jüngere Zellen mit körnigem Inhalt; *d*, sehr junge Zellen, deren Kerne denjenigen des Bindegewebes gleichen; *e*, Kerne des Bindegewebes.

später im April und Mai, als wir von Neuem nach den weiblichen Urzellen suchten, haben wir bei der Untersuchung von mehr als 20, beiden Geschlechtern angehörenden Individuen keine Spur mehr davon gefunden.

Die primitiven, auf einer gewissen Entwickelungsstufe angelangten Geschlechtszellen lösen sich ab und fallen in die allgemeine Körperhöhle, wo sie ihre Ausbildung vollenden.

Die abgelösten jüngeren Eier (*d*, Fig. 190), welche wir in der Flüssigkeit der allgemeinen Körperhöhle antrafen, zeigten sich von einem bindegewebigen Follikel (d^1, Fig. 190) umgeben, der infolge der Gegenwart von eirunden Kernen gebuckelt erschien. Die im Follikel eingeschlossenen Eier bestanden aus einer dünnen Dotter- oder Zellhaut (d^2), einem hellen Protoplasma und einem ein Kernkörperchen (e^4) umschliessenden Kern (d^3) oder Keimbläschen. Während des Wachsens finden die Hauptmodificationen in der Dotterhaut und im Dotterprotoplasma statt. Das Ei, wie man es gewöhnlich in der allgemeinen Körperhöhle antrifft (*e*, Fig. 190), zeigt den kernhaltigen Follikel (e^1) wie vorher, aber die Dotterhaut (e^2) in sehr verdicktem Zustande. Sie gleicht alsdann der *Zona pellucida* vieler Eier, weil sie zahlreiche, senkrecht zur Oberfläche der Membran gerichtete Porencanäle besitzt. Der Dotter (e^3) ist stark körnig geworden, während der Kern (e^4) und das Kernkörperchen ihre Durchsichtigkeit beibehalten haben. Das Ei scheint sich in den Segmentalorganen seines Follikels zu entledigen, um zur Befruchtung geeignet zu werden; nur hier haben wir solche nackte, ihres Follikels beraubte Eier angetroffen.

In den abgelösten samenbereitenden Zellen hat sich das Protoplasma concentrirt, um kleine Kügelchen zu bilden, welche mit dem Wachsthume der Zellen an Zahl zunehmen. Schliesslich bilden die Samenmassen (*c*, Fig. 191) eine Art von flachen Kuchen mit ovalem Umriss, welche aus einer Menge kleiner, durch eine zähschleimige Substanz zusammengeklebter Kügelchen zusammengesetzt sind. Diese Kuchen zeigen keine Zellhüllen mehr und die Urnen lösen oft durch ihre Wirbelbewegung Kügelchen davon ab. Jedes dieser Kügelchen wird ein stecknadelförmiges Samenthierchen mit kugeligem Kopfe und sehr feinem Schwanze von mittelmässiger Länge. Freie Samenthierchen, welche sich nur wenig und ruckweise bewegen, finden sich hauptsächlich in den Segmentalorganen und sind für Modificationen der Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen, sehr empfindlich. Die Schwänze verschwinden fast unmittelbar.

Allgemeines. — Die Familie der Sipunculiden zeigt in ihrem Baue unserem Typus gegenüber nur wenige Modificationen. Die gekrümmten Warzen des Rüssels werden bei vielen Gattungen der Familie (*Phascolosoma, Phymosoma* u. s. w.) zu wahren Haken, die Hervorragungen der Cuticula des Körpers zu Warzen, Stacheln oder Klebepapillen bei denjenigen Arten,

welche Muscheln oder Wurmröhren (*Phascolion*) bewohnen. Die Zahl der Zurückzieher des Rüssels schwankt: gewisse Phascolosomen besitzen deren nur zwei, die ventralen, welche in zwei Wurzeln geschieden sind. Die Phascolosomen haben zwei einfache, am Gehirne angebrachte Augen. Der Sinnesbüschel scheint nur bei Sipunculus zu existiren. Die Tentakeln schwanken bedeutend in der Zahl ihrer Blätter und in ihrer Anordnung um den Mund herum; ihr Kreis ist bald vollständig, bald durch eine grössere oder kleinere bauchständige Lücke unterbrochen (*Aspidosiphon*). Das Maschensystem der Tentakeln von Sipunculus wird bei den übrigen Gattungen durch drei Längsgefässe ersetzt. Die runde Ampulle ist bei den Arten mit vollständigem Tentakelkranze vollständig, bei den übrigen unterbrochen. Die Tentakelcanäle sind nur bei Sipunculus paarig, bei den anderen existirt nur ein dorsaler Canal. Dieses System ist bei allen geschlossen, aber die Reduction der Canäle geht mit derjenigen der Tentakeln Hand in Hand. Der Darmcanal theilt sich oft viel deutlicher als bei Sipunculus in Mund-, Mittel- und Enddarm. Die Darmfurche existirt wenigstens bei den Phascolosomen, wo sie hohle, stark wimpernde Warzen aufweist, die von innen wie reihenweis geordnete Knopflöcher aussehen und oft von Gregarinen bewohnt werden. Die muskulösen Anheftungen der Darmwindungen fehlen bei den Phascolosomen; der Spiralmuskel fehlt nur selten. Die Segmentalorgane sind bei den Tubicolen auf eines reducirt; wahrscheinlich besitzen sie alle eine in die allgemeine Körperhöhle führende innere Oeffnung, die aber schwierig nachzuweisen ist. Die Geschlechtsorgane existiren bei den Phascolosomen in Gestalt von baumartigen, auf den Zurückziehern sitzenden Büscheln. Die Priapuliden entfernen sich schon bedeutend vom Typus der Sipunculiden. Sie besitzen weder Tentakeln noch darauf bezügliche Canäle; der Rüssel ist mit Haken, die Mundöffnung mit Chitinzähnen besetzt. Die compacten Zurückzieher werden durch zahlreiche, ziemlich dünne Muskelbündel ersetzt. Der Schwanzfortsatz, der einfach oder doppelt sein kann, trägt hohle Warzen und zeigt einen endständigen Porus. Der Darmcanal ist gerade, in drei Theile geschieden und der After liegt an der Basis des Schwanzfortsatzes, der nur eine beträchtliche Entwickelung der Endkuppel der Spritzwürmer ist. Beim After münden zwei, hohlen Keulen ähnliche Organe, welche man für Segmentalorgane zu halten versucht wäre, wenn sie nicht bei den einen die deutliche Structur von Eierstöcken, bei den anderen von Hoden darböten. Die Embryologie wird uns die Erklärung für diese Organisation liefern müssen; vielleicht wird sie zeigen, dass auf die anfänglichen Segmentalorgane die gesammte Function der Fortpflanzung übertragen worden ist. Der Nervenring ist sehr eng um die Speiseröhre herumgedrängt. Die Gattung *Halicryptus* der Ostsee unterscheidet sich von Priapulus durch das Fehlen eines mit Warzen besetzten Schwanzfortsatzes; sie scheint übrigens eine ziemlich ähnliche Structur zu besitzen.

Die bewaffneten Gephyreen (*Echiurus, Bonellia*) sind beträchtlich von den unbewaffneten verschieden. Die Tentakeln sind durch einen Kopflappen ersetzt, der bei Echiurus einfach, bei Bonellia in einen gabelig getheilten Rüssel ausgezogen ist, der sich als ein dem Kopflappen der Anneliden und den Tentakeln der Sipunculiden homologes Organ darstellt. An der Basis dieses Lappens befindet sich der Mund, an dem entgegengesetzten Körperende der After. Der Darmcanal ist spiralig gewunden und mittelst zahlreicher Bänder an die Körperwand geheftet, welche in ihrer Structur im Allgemeinen nicht bedeutend von derjenigen der unbewaffneten Sternwürmer verschieden ist. Die Haken und die Stacheln, welche diese Gruppe charakterisiren, scheinen von chitinöser Beschaffenheit zu sein; Bonellia besitzt deren nur zwei sehr kleine, die anderen besitzen deren in grösserer Anzahl.

Dem Nervensystem fehlt ein Oberschlundganglion (Gehirn) ganz; es weist eine beträchtliche Schlinge auf, welche rund um den Kopflappen herumläuft, dann die Speiseröhre umgiebt und sich schliesslich in einem, in typischer Weise angeordneten Bauchnervenstrang vereinigt. Das Oberschlundganglion existirt bei den Larven, verkümmert aber später. Das Canalsystem steht mit der Entwickelung des Kopflappens in Beziehung; es geht um ihn herum, vereinigt sich in einem auf der Speiseröhre gelegenen Behälter und liefert einen dem Nervenstrange entlang gehenden blinden Canal, während ein anderer vom Behälter ausgehender Ast dem Darmcanale auf einer gewissen Strecke folgt und hierauf zum Gefässe, welches dem Nervenstrange entlang verläuft, zurückkehrt. Die Homologie der Segmentalorgane ist noch nicht genügend für Alle festgestellt. Bei *Echiurus* existiren deren zwei Paare, die wie diejenigen der Sipunculiden gebaut sind, und einen die Haut durchbohrenden Ausführungscanal und eine stark wimpernde kraterförmige Oeffnung besitzen, die in die allgemeine Körperhöhle führt. Sehr wahrscheinlich ist das bei *Bonellia* als Uterus bezeichnete Organ den Segmentalorganen homolog und nicht die Mastdarmschläuche, welche man als solche betrachtet hat. Diese Analschläuche werden bei Echiurus von einem braunen, sehr zusammenziehbaren Sacke gebildet, auf welchem zahlreiche Wimpertrichter sitzen, von denen der endständige sehr gross ist. Bei Bonellia sind diese Organe verzweigte Büschel, deren Aeste endständige Trichter tragen. Wir glauben, dass diese Organe den Afterdrüsen von Sipunculus homolog sind, welche bei diesem letzteren so reducirt sind, dass sie keine Wimpertrichter mehr zur Herstellung einer Verbindung zwischen dem Mastdarme und der allgemeinen Körperhöhle besitzen. Die Geschlechtsorgane von Echiurus bestehen aus Zellenhaufen, die an das Ende des Bauchgefässes geheftet und in einem engen Raume zwischen dem Mastdarme und seinen schlauchförmigen Anhängen gelegen sind. Im Anfange sind diese, Kerne und Kernkörperchen enthaltenden Zellen, bei den Individuen der beiden Geschlechter vollständig identisch; sie differenziren sich erst in der allgemeinen Körperhöhle. Das Plasma der Eier wird darin amoebenartig und bildet Scheinfüsschen; es entwickeln sich in ihm stark lichtbrechende Körner, welche sich besonders um das Keimbläschen herum anhäufen, während das Plasma körnig wird und die Dotterhaut sich verdickt und spröde wird. Die Eier besitzen keine Follikel und man spricht nicht von Porencanälen in der Dotterhaut. Bei den männlichen Individuen, welche sich übrigens äusserlich nicht von den Weibchen unterscheiden, bleiben die primitiven Zellen fast unverändert, theilen sich und bilden schliesslich Haufen sehr kleiner Zellen, welche in der Flüssigkeit der allgemeinen Körperhöhle schwimmen und deren lichtbrechende Kerne die Köpfe der Samenthierchen werden, welche Stecknadeln gleichen. Im Herbste füllen sich die Segmentalorgane mit den reifen Producten, die dann nach aussen entleert werden. Die bemerkenswertheste Thatsache ist der Unterschied der beiden Geschlechter bei Bonellia und die Schmarotzerform des Männchens. Alle Bonellien mit gabelig getheiltem Rüssel sind Weibchen. Der Eierstock findet sich in der gleichen Lage wie bei Echiurus auf dem Hinterende des Nervenstranges, an welchen er durch ein bindegewebiges Bändchen angeheftet ist. Darin werden kugelige Haufen von Primitivzellen erzeugt, die zuerst von gleichem Durchmesser und von einem kernhaltigen, bindegewebigen Follikel umgeben sind. Die Centralzelle überflügelt an Grösse die übrigen Zellen, welche sich strahlig um sie herum reihen. Der Follikel zieht sich in einen Stiel aus, mittelst welchem das so gebildete Kügelchen an die Wand des Eierstockes befestigt wird. In der Nähe der Zellkugel bildet sich im Stiele eine grössere Zelle, welche zum Ei wird. Dieses Ei macht ursprünglich einen Bestandtheil der Zellkugel aus, von welcher es sich

bei fortgesetztem Wachsen nach und nach ablöst. Es hat einen grossen blasenförmigen Kern, ein fein gekörntes Plasma und bald zeigen sich darin lichtbrechende Körperchen, welche sich vermehren. Die primitive Zellkugel schrumpft zusammen und wird schliesslich zu einer Art Warze oder Knopf, der auf dem Ei aufsitzt. Der Stiel verlängert sich und zieht sich in einen feinen Faden aus, der schliesslich zerreisst und das Ei in die allgemeine Körperhöhle fallen lässt. Das Ei besitzt kurz vor seiner Reife den Follikel, der es mit dem Knopfe umgiebt, eine feste Dotterhaut ohne Porencanäle und einen excentrischen Kern, das Keimbläschen. Der Dotter ist mit Vacuolen und lichtbrechenden Bläschen erfüllt und in zwei Schichten geschieden, eine innere feinkörnige und eine äussere mit Vacuolen. Im reifen Zustande verschwinden der Follikel und der Knopf. Die Eier reifen in einem Organe, welches als Uterus bezeichnet wird, sich mittelst eines kurzen Canales hinter den kleinen Haken auf der Bauchseite nach aussen öffnet und einen langen, blinddarmartigen Schlauch bildet, auf dem nahe beim Ausführungscanale ein grosser Wimpertrichter aufsitzt. Dieser Trichter öffnet sich in die allgemeine Körperhöhle; durch ihn dringen die Eier in den sogenannten Uterus, welcher infolge seiner äusseren und inneren Bildung den Segmentalorganen homolog ist. Die Befruchtung geht wahrscheinlich in diesem mit schmarotzenden mikroskopischen Männchen bevölkerten Organe vor sich. Die weitere Entwickelung findet nach der Entleerung der Eier statt. Das Männchen lebt in der That schon als aus dem Ei gekrochene Larve auf der Aussenseite des Rüssels des Weibchens, wo man es in Gestalt einer kleinen Schuppe antrifft, welche nur aus einem mit grünen Kügelchen versehenen Parenchym gebildet wird, in dem ein medianer, an beiden Enden geschlossener, gerader Darm differenzirt ist. Es ist von einem allgemeinen Flimmerepithel bedeckt, während die weiblichen Larven zwei Wimpergürtel besitzen. Das Parenchym der männlichen Schuppenlarve enthält ausserdem noch einige Zellhaufen, die bestimmt sind, Samenthierchen zu bilden; die übrigen Organe der primitiven, noch nicht differenzirten Larve (Augen, Anlage des Nervensystemes u. s. w.) sind verschwunden. Von dem Rüssel gleiten die Männchen in die Speiseröhre des Weibchens, halten sich darin ziemlich lange auf und wandern, nachdem sie ihre Verwandlung vollendet haben, in den Uterus, wo man deren fast immer etwa ein halbes Dutzend in der Nähe des Trichters findet. Das ausgebildete Männchen hat eine längliche, vorn abgerundete, hinten zugespitzte Gestalt. Es besitzt ein allgemeines Wimperepithel, einen von schrägen Längs- und Kreisbündeln gebildeten Hautmuskelschlauch, ein Parenchym, in welchem sich die Samenzellen und Samenhaufen bilden, einen durch eine mediane Furche geschiedenen warzigen Bauchnervenstrang und einen ziemlich engen Nervenring um den Schlund. Der Darmcanal ist an beiden Enden geschlossen. Neben ihm bemerkt man einen übergrossen, Samenthierchen enthaltenden Schlauch, der sich mittelst eines Wimpertrichters in die allgemeine Körperhöhle öffnet und vorn einen engen Ausführungsgang entsendet, welcher durch den Schlundring hindurchgeht, um sich mitten auf dem Vorderende zu öffnen. Der Trichter steht mit einem dem Samensacke entlang verlaufenden Canale so in Verbindung, dass die Samenthierchen zwar in ihn hineindringen, aber durch seine Oeffnung nicht herausgehen können. Ausser dem Samensacke, der durch seine allgemeine Einrichtung an den Uterus des Weibchens erinnert, besitzt das Männchen noch zwei sehr kleine Segmentalorgane, welche auf dem ersten Drittel der Bauchfläche münden. Bei einigen Männchen hat man äussere Chitinhaken gefunden, ähnlich denjenigen der Weibchen. Nach allen diesen Merkmalen ist das Männchen eine im Larvenzustande verbliebene und durch den Parasitismus noch weiter rückgebildete Bonellia. Die weib-

liche Larve hat in der That eine ähnliche Gestalt; der umfangreiche Kopflappen entwickelt sich erst zuletzt; er ist ursprünglich rundlich und trägt zwei Augen, welche später verschwinden. Die weibliche Larve besitzt ausserdem zwei Wimpergürtel, einen im vorderen Drittel, den anderen am Hinterende, ein Paar kleine Segmentalorgane, welche später verschwinden und bisweilen ist der Uterus doppelt oder bald rechts, bald links vom Darme entwickelt, was uns zu beweisen scheint, dass der Uterus wie der Samensack nur Reste eines Paares von Segmentalorganen sind. Diese Segmentalorgane sind anfänglich wie bei Echiurus angelegt, aber nur ein einziges entwickelt sich, während das andere in den meisten Fällen rudimentär bleibt oder verschwindet. Die übrigens nach dem gleichen Vorbilde wie diejenigen der Bonellia gebauten Echiuruslarven weisen in dem hinteren Theile des Körpers eine Andeutung von Metameren auf, was sie den Annelidenlarven nähert. Die Larven der Sipunculiden sind dagegen sehr von denen der Echiuriden verschieden. Wir verweisen für diese Verschiedenheiten auf die Arbeiten von Hatschek und Spengel. Was die Gattung *Phoronis*, die einzige Repräsentantin der Röhren bewohnenden Gephyreen anbetrifft, so müssen wir erwähnen, dass ihre Organisation sowie die sonderbare Bildung ihrer, *Actinotrocha* genannten, Larve sich so sehr von den übrigen bekannten Typen der Gephyreen entfernen, dass man sie nur dann zu diesen letzteren stellen könnte, wenn man vielen Structurverhältnissen Zwang anthut. Der einzige Punkt, in welchem Phoronis mit einem Theile der Gephyreen übereinstimmt, ist die Stellung des Afters auf dem vorderen Körpertheile; alles Uebrige ist verschieden, sowohl bei der Larve als beim erwachsenen Thiere. Man muss weitere Aufschlüsse erwarten, bevor man sich in dieser Hinsicht aussprechen kann.

Literatur. — C. Grube, Versuch einer Anatomie des *Sipunculus nudus*. Müller's Archiv, 1837. — A. Krohn, Ueber das Nervensystem des *Sipunculus nudus*. Ebend., 1839. — Ders., Ueber die Larve des *Sip. nud.* nebst Bemerkungen über die Sexualverhältnisse der Sipunculiden. Ebend., 1851. — H. d. Lacaze-Duthiers, *Recherches sur la Bonellie*. *Ann. Scienc. natur.*, 4. Série, Bd. X, 1858. — Keferstein und Ehlers, Untersuchungen über die Anatomie des *Sip. nud.* Zoolog. Beiträge, Leipzig 1861. — Ehlers, Ueber die Gattung *Priapulus*. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XI, 1861. — Ders., Ueber *Halicryptus spinulosus*. Ebend., Bd. XI, 1861. — Keferstein, Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Phascolosoma*. Ebend., Bd. XII, 1852. — Ders., Beiträge zur anat. und system. Stellung der Sipunculiden. Ebend., Bd. XV, 1865. — J. Jourdain, *Recherches sur l'anatomie des Siponcles. Comptes rendus*, Bd. LV, 1865. — Ders., *Sur quelques points de l'anatomie des Siponcles*. Ibid., 1867, Bd. LXIV. — A. Kowalewsky, *Anatomie et développement de Phoronis*. *Mém. Acad.* Petersburg, Bd. I, Suppl. XI, 1867. — A. Brandt, Anatomisch-histologische Untersuchungen über *Sip. nud.* *Mém. Acad.* Petersburg, 7. Serie, Bd. XVI, 1870. — R. Teuscher, Notiz über *Sipunculus* und *Phascolosoma*. Jena, Zeitschr., Bd. VIII, 1874. — Greeff, Ueber die Organisation der Echiuriden. Marburger Sitzungsberichte, 1874. — H. Theel, *Recherches sur le Phascolion Strombi*. *Acad. méd.* Stockholm, Bd. XIV, 1875. — Ders., *Études sur les Géphyriens inermes des mers de Scandinavie, du Spitzberg et du Groenland*. Ebend., 1875. — Fr. Vejdowsky, Ueber die Eibildung und die Männchen von *Bonellia viridis*. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XXX, 1876. — J. Koren og Danielssen, *Fauna litoralis Norvegiae*, 3. Heft, 1877. — Ders., *Den norske Nordhavsexpedition*, 1876 bis 1878, Christiania 1881. — S. W. Spengel, Anatomische Mittheilungen über Gephyreen. Amtlicher Bericht über die Naturforscherversammlung in München, 1877. — Ders., Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen. I. Mitth. zool. Station Neapel, 1879. — Ders., II. Die Organisation von *Echiurus Pallasii*.

Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XXXIV, 1880. — E. Selenka, Das Männchen von *Bonellia*. Zoolog. Anzeiger, Nr. 6, 1878. — Ders., Die Sipuneuliden, Wiesbaden, 1883 bis 1884. — B. Hatschek, Ueber Entwickelungsgeschichte von *Echiurus* etc. Arbeiten zoolog. Institut, Wien, Bd. III, 1880. — Ders., Ueber Entwickelung von *Sipunculus nudus*. Ebend., Bd. V, 1883. — B. Horst, Die Gephyrea, gesammelt während der Fahrten des Willem Barents. I. *Hamingia glacialis*, II. *Priapulus bicaudatus*. Niederl. Arch. f. Zool. Suppl., Bd. I, 1881. — C. Ph. Sluiter, Beiträge zu der Kenntniss der Gephyreen. Natuurkund. Tijdschr. voor Nederlandsch. Indie, Bd. XLI. — Ders., Notiz über die Segmentalorgane und Geschlechtsdrüsen einiger tropischer Sipuneuliden. Tijdschr. de Nederl. Dierk. Vereen, Bd. VI, 1882.

Classe der Räderthiere (*Rotatoria*).

Im Wasser lebende Würmer mit einem Wimperapparate am Kopfe, mit mehr oder minder deutlicher Gliederung der Körperdecken und mit getrennten Geschlechtern. Ein einziges oberes Schlundnervenganglion. Wassergefässsystem sehr entwickelt. Das Verdauungssystem existirt nur bei den Weibchen, den Männchen fehlt es fast immer. Die Organe hängen in einer weiten allgemeinen Leibeshöhle.

Man kann nur nach den Weibchen eine Classification aufstellen; die Männchen sind im Allgemeinen sehr verkümmert und der Gestalt nach verschieden; auch sind sie zu selten, und da ihr Auftreten an sehr kurze Zeiträume gebunden ist, kennt man von ihnen nur eine sehr kleine Anzahl. Andererseits begegnet die Vertheilung der Classe in wohl charakterisirte Ordnungen einer ziemlich ernsten, durch die Aehnlichkeit der inneren Organisation bedingten Schwierigkeit, welche wenige deutliche Merkmale aufweist. Wenn man drei anormale Gruppen, nämlich die Eingeweidelosen (*Asplanchnida*), deren Darmcanal blindsackartig geschlossen ist und keinen After besitzt (*Asplanchna*, *Ascomorpha*), die schmarotzenden Atrochen (*Atrocha*), bei denen das Wimperorgan sehr reducirt oder gar nicht vorhanden ist (*Albertia*, *Balatro*) und die kugeligen *Trochosphaera* unterschieden hat, welch letztere einen vor dem Munde gelegenen, äquatorialen Wimperkranz besitzen, so findet man bei der überwiegenden Mehrzahl der Räderthiere eine so ähnliche Organisation und so vielfache Uebergänge, dass man kaum Grenzen für weitere Gruppen feststellen kann. Doch finden sich welche, die im erwachsenen Zustande mit dem Ende ihres Schwanzes festsitzend leben, und zwar bilden die einen Colonien, während die anderen isolirt bleiben. Unter diesen beiden Gruppen giebt es einige, welche nackt bleiben, während andere sich mit verschieden geformten Röhren umgeben. Wir erwähnen unter den Colonien mit nackten Individuen *Conochilus*, deren Colonien herumschwimmen, während *Megalotrocha* festsitzt; unter den in Röhren isolirt lebenden

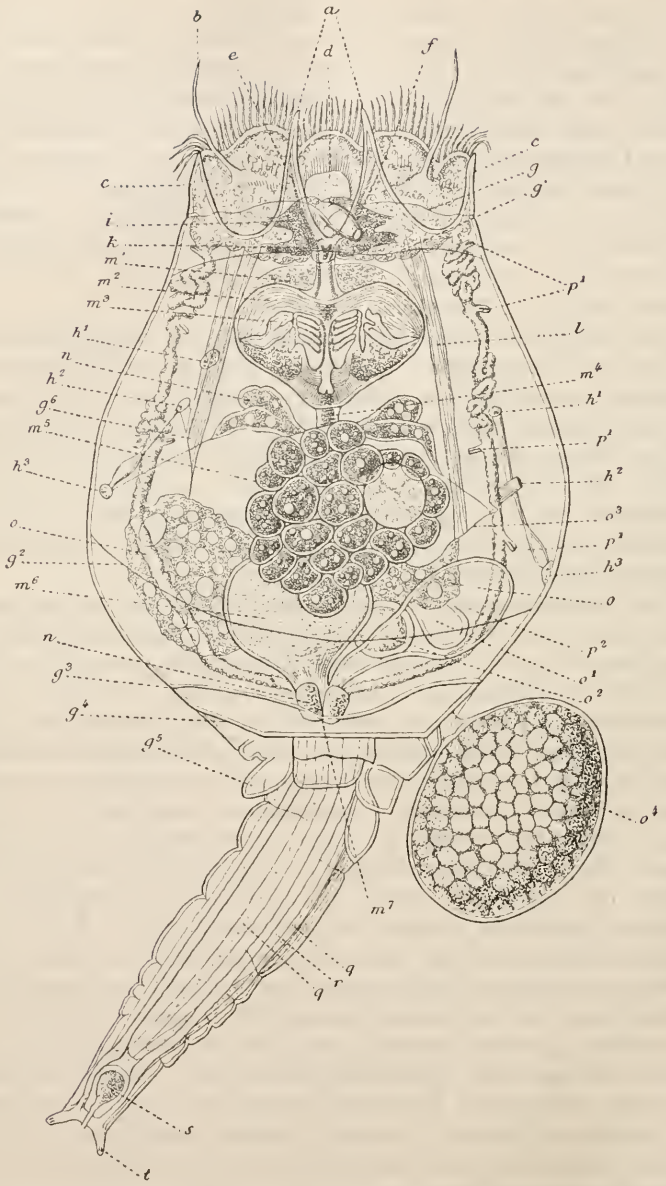
Räderthieren sind die Gattungen: *Melicerta*, *Floscularia* und *Stephanoceros* die gemeinsten, während die festsitzenden nackten Räderthiere ohne Röhren (*Scison*, *Ptygura*) seltener vorkommen. Unter den herumschwimmenden bilden die Philodineen (*Rotifer*, *Philodina*) eine Gruppe, die sich durch den wie ein Rüssel vorstreckbaren Kopf auszeichnet. Man charakterisirt auch noch die gepanzerten Räderthiere (*Euchlanis*, *Solpina*, *Brachionus*) durch die Verdickung ihrer einen Panzer bildenden Cuticula, aber die Uebergänge von diesen Formen zu den Hydatineen (*Hydatina*, *Diglena*, *Notommata*, *Furcularia*) sind zahlreich. Endlich kann man noch als Gruppe die Polyarthreen (*Polyarthra*, *Triarthra*) unterscheiden, die keinen Schwanz, hingegen Flossenborsten besitzen.

Man findet die Räderthiere vorzugsweise in klarem Süsswasser, zwischen den Wasserpflanzen und Algen. Man kann die Colonien und die grossen Arten (*Hydatina*, *Brachionus*, *Philodina*) schon mit blossem Auge oder mittelst einer schwachen Lupe entweder in einem durchsichtigen Glase oder in einem Uhrglase auf schwarzem Grunde erkennen. Was die kleinen Arten anbetrifft, so muss man sie aufs Gerathewohl hin mit dem Präparationsmikroskope suchen. Ihre Bewegungen sowie die Gegenwart von mehr oder weniger dunkeln Eiern erleichtern ihre Auffindung.

Die Untersuchung wird beinahe ausschliesslich bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope vorgenommen. Wichtig ist es, die Räderthiere zu fixiren, ohne sie zusammenzudrücken, was sich mittelst eines guten Compressoriums leicht erreichen lässt. Die Bewegungen des Räderorganes sowohl als auch der inneren Wimperorgane lassen sich nur auf diese Weise untersuchen. Die gebräuchlichen Reagentien für die Tödtung dieser Thiere (Osmiumsäure, Aetzsublimat) verursachen in den meisten Fällen solche Contractionen, dass man die inneren Details nicht mehr wahrnehmen kann. Die verschiedenen löslichen Salze des Strychnins leisten hingegen gute Dienste. Man bringt den Tropfen, der das Thier enthält, in eine in ein Deckgläschen geschnittene Zelle, sowie Wittwe Crozet deren fabricirt. Man fügt ein Tröpfchen Strychninlösung bei und bedeckt die Zelle. Das Räderthierchen wird nach und nach unbeweglich und stirbt in ausgebreitetem Zustande, aber die Zeit, welche zwischen dem Unbeweglichwerden und der Zersetzung gewisser innerer Organe (Gehirn, Darmcanal, Eierstock) verfliesst, ist sehr kurz. Man muss demnach die Beobachtung beeilen. Wenn man Räderthiere in Probirröhrchen züchtet, in deren Wasser sich einige das Wasser in reinem Zustande erhaltende Algen oder Pflanzen befinden, so kann man dieselben immer in Masse zur Untersuchung vorräthig halten.

Typus: *Brachionus pala* (Ehrb.). — Wir haben diese Art, welche vier vordere, aber keine hintere Stacheln besitzt, deshalb

Fig. 209.



Brachionus pala. Weibchen, von der Rückenseite gesehen. Zeiss, Obj. E. Cam. luc. *a*, mittlere Stacheln des Panzers; *b*, Sinnesgeisseln des Räderorganes; *c*, Seitenstacheln; *d*, Mittelhügel des Räderorganes; *e*, Umriss des Mundtrichters; *f*, Sinnesrohr;

gewählt, weil sie sich leichter unter dem Compressorium fixiren lässt, als die weichere *Hydatina senta*, deren Grösse sie erreicht, so dass sie dem unbewaffneten Auge sichtbar ist. Die verschiedenen in anatomischer Hinsicht einander sehr ähnlichen Arten von Brachionus sind übrigens überall verbreitet, während die an gewissen Orten sehr gemeine Hydatina anderwärts vollständig fehlt.

Weibchen. — Wir unterscheiden drei grosse Körpergegenden: das Vorderende oder den Kopf, der ausserordentlich zurückziehbar ist und das Wimperorgan, das Gehirn, die Sinnesorgane und den Mund trägt; den Thorax, welcher von dem auf der Bauchseite etwas abgeplatteten, auf der Rückenseite gewölbten und überall gleichgeformten Panzer umgeben wird und alle übrigen Eingeweide in einer geräumigen Leibeshöhle umschliesst, und den sehr muskelreichen und hinten mit einer kleinen Zange versehenen cylindrischen Schwanz. Man unterscheidet auch leicht eine Rückenfläche (Fig. 209), welche durch die Lage des Auges, des Gehirnes und der an dem Kopfe gelegenen Sinnesröhre, und durch diejenige des Afters am Hinterende des Thorax über der Wurzel des Schwanzes bezeichnet wird. Dieser ist nur die verengerte Fortsetzung des Körpers selbst; seine von Muskeln durchzogene Innenhöhle steht unmittelbar mit der Leibeshöhle in Verbindung; in diese kann er ganz eingezogen werden. Das Gleiche gilt auch für den Kopf, der ebenfalls in die Leibeshöhle zurückgezogen werden kann, in welcher die Eingeweide infolge dieser Zusammenziehungen dicht zusammengedrängt werden.

Körperdecken. — Die Cuticula (*a*, Fig. 211), welche die äusserste Schicht bildet, ist von chitinöser Beschaffenheit und widersteht der Einwirkung einer schwachen Lösung von Aetzkali. Sie ist auf dem Kopfe sehr dünn und ausserordentlich biegsam, dicker und widerstandsfähiger auf dem Thorax, wo man selbst mit sehr schwachen Vergrösserungen ihre doppelte Begrenzungslinie wahrnimmt. Dieser Panzer ist gegen den Kopf hin weit offen; hier ist der Rand ausgeschnitten, um vier grosse Stacheln zu bilden; ein dorsales Paar, in dessen Einschnitt das Auge und das Sinnesrohr liegt (*a*, Fig. 209) und ein Paar seitliche Stacheln (*c*, Fig. 209), welche auf einem Gelenke sich etwas bewegen können. Der Bauchrand des Panzers besitzt keine Stacheln und ist einfach durch einen kleinen Einschnitt dem Munde gegenüber eingeschweift (*g*, Fig. 209).

g, Bauchumriss des Panzers; g^{1-4}, Falten des Panzers; g^5, Schüppchen des Schwanzes; h^1, h^2, h^3, runzelige Warzen des Panzers; *i*, Gehirn; *k*, Auge; *l*, Zurückzieher des Räderorganes; m^1, Mundtrichter; m^2, vordere Muskelmasse des Schlundkopfes; m^3, Kauapparat; m^4, Speiseröhre; m^5, Magen; m^6, Darm; m^7, After; *n*, Magendrüsen; *o*, Eierstock; o^1, unfruchtbares, o^2, in Entwickelung begriffenes Ei; o^3, Aufhängemuskel des Eierstockes; o^4, reifes Ei; p^1, Wimperflammen; p^2, contractile Blase; *q q*, Schwanzmuskeln; *r*, Leibeshöhle des Schwanzes; *s*, Schwanzdrüse; *t*, Schwanzzange.

Man bemerkt auf dem Panzer mehrere Kreisfalten, Andeutungen einer Gliederung, die nicht, wie man früher behauptete, muskulöser Natur sind: eine vordere in kurzer Entfernung hinter den Stacheln gelegene (g^1, Fig. 209) und eine andere hintere, welche den Körper in der Höhe der Cloake reifartig umgiebt (g^2, Fig. 209); eine dritte (g^3, Fig. 209) entspricht dem After und bildet eine kleine Hervorragung, so dass sie doppelte Grenzlinien besitzt. Der Körper wird durch eine Querplatte (g^4, Fig. 209) beendet. Die Wurzel des Schwanzes ist aus zwei Segmenten zusammengesetzt, welchen sich eine Art Seitenschuppen (g^5, Fig. 209) anschliessen. In seiner grössten Ausdehnung besitzt der Schwanz kaum einige Anzeichen von Querfalten; er zieht sich unregelmässig zusammen, indem er sehr genäherte Kreisfalten erkennen lässt.

Man sieht noch auf dem Panzer kleine runzelige Scheiben (h, Fig. 209), sowie linienartige innere Vorsprünge, an welche sich die Aufhängemuskeln der Eingeweide, sowie die grossen Rückzieher des Körpers und des Räderorganes ansetzen. Drei dieser Scheiben sitzen in schräger Linie auf den Körperseiten. Sie sind einfach gerunzelt; wir haben an ihnen erfolglos nach Poren oder Haaren gesucht. Es ist uns auch nicht gelungen, die Existenz feiner Poren in dem Panzer nachzuweisen, wie Moebius sie bei *Brachionus plicatilis* beobachtet haben will. Was die linienartigen Vorsprünge, die wahre Muskelgräte sind, anbetrifft, so giebt es deren besonders zwei erwähnenswerthe (Fig. 209), welche schief von der mittleren Scheibe gegen die Mittellinie verlaufen und die man bis gegen den Eierstock hin verfolgen kann. An diese Vorsprünge befestigen sich die Zurückzieher des Räderorganes.

Das Hypodermgewebe ist bei unserem Brachionus sehr wenig entwickelt. Selbst unter starken Vergrösserungen zeigt es sich nur in Gestalt einer inneren Linie, welche dem Umrisse des Körpers folgt und nur etwas weniger ausgeprägt scheint. Mittelst Immersionslinsen entdeckt man an dieser Linie ein körniges oder flockiges Aussehen, aber es war uns unmöglich, darin Kerne oder Zellen aufzufinden.

Es giebt nur eine einzige Hautdrüse, die zwischen den beiden Endstacheln in dem Schwanze liegt. Diese Schwanzdrüse (s, Fig. 209) hat die Gestalt einer Flasche von körniger Beschaffenheit, deren enger Canal mitten zwischen den beiden Stacheln ausmündet. Die Drüse ist von den zusammengewachsenen Schwanzmuskeln scheidenartig umgeben, sie sondert einen zähen Schleim ab, der bisweilen die Räderthiere ziemlich fest anklebt, so dass sie zu ihrer Ablösung ernstliche Anstrengungen machen müssen.

Das Muskelsystem bildet keinen zusammenhängenden Hautschlauch, sondern ist in wohl von einander geschiedene Bündel getheilt. Man unterscheidet nach der histologischen Zusammensetzung vier

Arten Muskeln: 1. Die vier grossen Zurückzieher des Räderorganes (*n*, Fig. 210) und die sechs Schwanzmuskeln. Diese Muskeln besitzen die Form platter Bänder; sie zeigen eine feine Längsstreifung und in dem Mittelpunkte des Bandes eine Reihe sehr feiner Körner. Wenn sie vollständig zusammengezogen sind, bieten sie ein gleichförmiges körniges Aussehen (*o*, Fig. 211) dar, was sie mit Drüsen verwechseln lässt. Die beiden Zurückzieherpaare des Räderorganes (Fig. 209, 210)

Fig. 210.

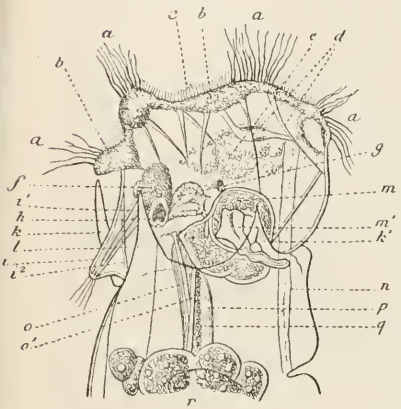


Fig. 211.

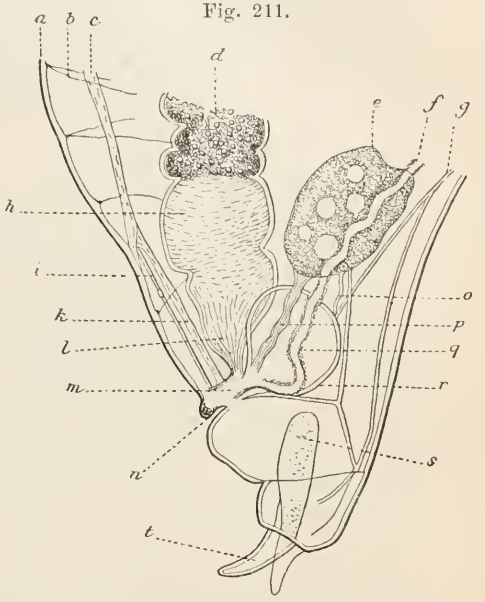


Fig. 210. — *Brachionus pala.* Kopf, Profilansicht. Zeiss, Obj. E. Cam. luc. *a*, Strauss langer Wimperhaare; *b*, Zellenschicht des Räderorganes; *c*, kürzere Wimperhaare; *d*, Zurückzieher; *e*, innere Zellenschicht, im durchfallenden Lichte gesehen; *f*, vorderer Theil des Gehirnes; *g*, innerer Theil; *h*, Auge, vom hellen Sacke umgeben; *i*, Sinnesrohr; i^1, sein Nerv; i^2, Falte der Körperdecke; *k*, rechter mittlerer Stachel; *l*, linker mittlerer, k^1, seitlicher Stachel des Panzers; *m*, Schlundkopf; m^1, Kauapparat; *n*, Zurückzieher des Räderorganes; o^1, Zurückzieher des Schlundkopfes; *p*, Wand der Speiseröhre; *q*, ihr Lumen; *r*, Magen.

Fig. 211. — Hintertheil von *Brachionus pala*, Profilansicht. Der Schwanz ist zurückgezogen. Zeiss, Obj. E. Cam. luc. *a*, Körperdecken; *b*, Kreismuskeln; *c*, Zurückzieher des Räderorganes; *d*, Magen; *e*, Eierstock; *f*, Wassergefässcanal; *g*, Aufhängemuskeln; *h*, Darm; *i*, Nerv (?) der Cloake; *k*, Hebemuskel der Cloake; *l*, Enddarm; *m*, Cloake; *n*, After; *o*, Zurückzieher des Eierstockes; *p*, Eileiter; *q*, Wassergefässcanal; *r*, contractile Blase; *s*, zusammengezogene Schwanzmuskeln; *t*, Schwanzzange.

heften sich hinten an die oben erwähnte schräge Falte an und vertheilen sich vorn zwischen den Zellen des Räderorganes. Sie sind symmetrisch angeordnet und in der Rücken- oder Bauchansicht der

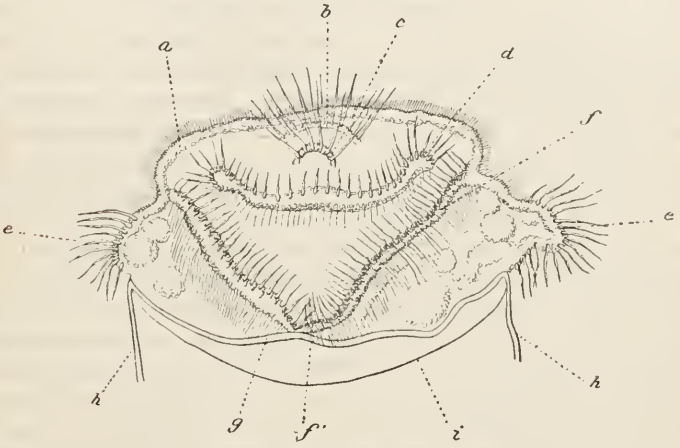
Thiere hat man Mühe, in den Seitenbändern die beiden Bündel, welche sie zusammensetzen, zu unterscheiden. Die Schwanzmuskeln (Fig. 211) bilden drei Paar Bänder, ein dorsales, ein ventrales und ein seitliches Paar; sie durchziehen die ganze Schwanzlänge, entstehen auf der Endfalte des Brustpanzers und bilden an der Basis der Schwanzdrüse eine Verwachsung, von welcher aus sie sich bis an die Basis der Endborsten fortsetzen. 2. Verfilzte und zu Massen vereinigte Muskeln. Sie finden sich einzig im Schlundkopfe vor und infolge ihrer sehr verwickelten Anordnung öffnen und schliessen sie den Schlundkopfcanal, entfernen und nähern die verschiedenen Stücke des Kauapparates. 3. Von einer einzigen Faser gebildete Muskeln, welche die Organe an einander und an die Körperwand heften. Man sieht oft an der Ansatzstelle an den Organen eine dreieckige Erweiterung. Man bemerkt diese feinen Muskeln hauptsächlich am Räderorgane (*d*, Fig. 210), an den Magendrüsen (*n*, Fig. 209), an dem Eierstocke (*o*, Fig. 211). Zu dieser Kategorie gehören auch die Kreismuskeln des Körpers, welche man besonders gut in der Profilansicht sieht (*b*, Fig. 211), wo sie durch ihre Befestigung an kleinen in dem Hypodermgewebe gelegenen Knötchen die Gestalt von in sich selbst zurückkehrenden Reifen annehmen. 4. Muskeln mit Knötchen. Wir gestehen, dass wir in dieser Hinsicht noch keine vollständige Gewissheit besitzen. Man sieht auf unserer Fig. 211 (*i*) einen zum After gehenden Faden, der in seinem Verlaufe ein rundes, einem Kerne oder gar dem Körper einer hellen Zelle ähnliches Knötchen aufweist. Es ist offenbar ein Muskel; wir glauben seine Contractionen gesehen zu haben. Andererseits sieht man zwischen den hinteren runzeligen Scheiben (Fig. 209) Stränge, die an der vorderen Scheibe fadenförmig erscheinen, gegen die hintere Scheibe spindelförmig erweitert sind. Es sind dies keine Nerven, denn wir haben vergebens nach ihrer Fortsetzung nach vorn gegen das Centralganglion hin oder in kleine Fühlhaare am Körperrande gesucht. Sind es wohl Muskeln? Schliesslich besitzen auch alle inneren Organe: Drüsen, Darmcanal, Eierstock, Ausscheidungsblase, ausserordentlich contractile Wände, die ohne Zweifel aus sehr feinen Muskelfasern gewoben sind, welche wahrzunehmen die Kleinheit des Gegenstandes hindert.

Das Räderorgan (Fig. 209, 210, 212) liegt am Vorderende des Körpers. Da es sowohl in seiner Gesammtheit als in seinen Theilen ausserordentlich contractil und immer in Bewegung ist, selbst wenn es ganz in den Panzer zurückgezogen ist, so ist die Untersuchung seiner Detailstructur sehr schwierig. Wir empfehlen für diese Untersuchung den Gebrauch des Strychnins oder des Curare, von denen man eine kleine Menge nach und nach in den Tropfen, welcher das Thier enthält, einfliessen lässt. Dieses bleibt nach ungefähr zehn Minuten eines tollen Herumrennens auf dem Platze und lässt sein vollständig

entfaltetes Organ kräftig spielen. Nach und nach werden die Wimpern gelähmt; zuerst die grossen Wimperhaare, welche sich langsam hakenartig krümmen und wieder aufrichten; so lassen sie sich leicht von den kleinen Wimperhaaren unterscheiden, welche ihr Spiel noch lange nach der vollständigen Lähmung der grossen Wimpern fortsetzen. Man kann auf diese Weise während einer halben Stunde ungefähr vor der Zersetzung das Organ mit Musse untersuchen und leichter die verschiedenen Theile unterscheiden.

Die Masse, auf welcher die Wimperhaare sitzen, wird von ziemlich grossen runden, weichen und körnigen Zellen gebildet, deren Um-

Fig. 212.



Räderorgan von *Hydatina senta* unter der Einwirkung von Strychnin, von der Bauchseite aus gesehen. Zeiss, Obj. *E*. Cam. luc. *a*, dorsaler Wimpergürtel; *b*, vordere, *c*, innere Warze; *d*, innerer Gürtel; *e*, Oehrchen; *f*, Bauchränder des Organes; f^1, Mund; *g*, Bauchrand des Panzers; *h*, seitliche Ränder; *i*, Falte des Panzers.

risse gegen die Leibeshöhle vorragen. Die gesammte Oberfläche des Organes ist mit einer sehr feinen Cuticula bekleidet, die einen doppelten Umriss besitzt und die directe Fortsetzung der dickeren Thoraxcuticula bildet.

Wir haben das Räderorgan von *Hydatina senta* (Fig. 212), von der Bauchseite gesehen, in seinem vollständigsten Erectionszustande abgebildet. Es gleicht bis auf zwei ihm fehlende Tastborsten vollkommen demjenigen von Brachionus und wird von einem vollständigen Kranze, der gegen den Mund zu trichterartig eingeschnitten ist und von mehreren inneren und äusseren mehr isolirten Theilen gebildet.

Die Rückenwand des Organes (*a*, Fig. 212), die je nach dem Contractionszustande leicht gekrümmt oder zu mehreren Hügeln gefaltet

ist, wird von einem Zellenwulste gebildet, auf welchem zwei Reihen sehr feiner Flimmerhaare stehen. Dieser Theil kann sich in der Art zurückschlagen, dass er die inneren Halbkränze hervortreten lässt, oder auch wohl wie eine Haube sich darüber ziehen. Der mit feinen Flimmerhaaren besetzte Theil zieht sich gegen die Bauchseite hin durch zwei convergirende Wülste (*f*, Fig. 212) fort, die viel dicker und auf ihrem Innenrande mit grossen Wimperhaaren besetzt sind, welche kolbig angeschwollene Wurzeln besitzen. Der Aussenrand dagegen trägt ebenso lange, aber weit feinere Wimperhaare, welche in jenem Zustande unvollständiger Lähmung auf der Bauchseite des Organes in der Weise darniederliegen, dass sie scheinbar eine Muskelstreifung vorstellen. An der Stelle, wo der Rückenwulst gegen die convergirenden Wülste sich krümmt, setzt sich der erstere nach aussen fort, um zwei seitliche Oehrchen zu bilden (*e*, Fig. 212), welche bei Brachionus sich auf die Seitenstacheln des Panzers stützen. Diese Fortsetzung ist anfangs mit feinen Wimperhaaren besetzt, die beiden ohrenartigen Wülste aber tragen dicke Wimperhaare, die gewöhnlich nach hinten gekrümmt sind.

Das ganze Organ bildet so einen auf der Bauchseite offenen Trichter, dessen Hals von dem Munde gebildet wird (f^1, Fig. 212). Die ganze innere Oberfläche dieses Trichters ist mit feinen Flimmerhaaren bedeckt, in deren Mitte sich drei deutlich ausgeprägte Gebilde abzeichnen, die borstenartig dicke, mit angeschwollenen Wurzeln versehene Wimpern tragen. Die beiden vorderen Gebilde (*b* und *c*, Fig. 212) zeichnen sich als zwei concentrische Halbkreise ab, welche warzenförmig erhoben und selbst über den Rückenwulst vorgeschoben werden können. Hinter diesen Halbkreisen befindet sich ein beträchtlicher, leicht gekrümmter Wulst (*d*, Fig. 212), der sich auf beiden Seiten in eine ausgeprägtere aufgetriebene Warze endigt. Dieser Wulst trägt bei Hydatina zwei Reihen Wimperhaare, von denen die äusseren ziemlich weit von einander abstehen, kurz und dick sind und beinahe die Form von Stacheln haben. Bei Brachionus sind diese Wimperhaare weniger stark, aber dafür tragen die beiden endständigen Warzen zwei lange Tastborsten (*b*, Fig. 209), welche sich nur sehr langsam bewegen, indem sie sich leicht neigen, aber gewöhnlich beinahe unbeweglich, nach vorn gerichtet getragen werden. Man kann die Wurzel dieser beiden Borsten bis auf eine gewisse Entfernung in das Innere der Zellenmassen hinein verfolgen und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Wurzel sich in einen sehr feinen aus dem Gehirn kommenden Nervenfaden fortsetzt.

Wir werden nicht in die Discussion über die Art der Thätigkeit des Räderorganes eintreten. Es dient zwei Zwecken, dem Schwimmen und dem Hervorbringen eines Wirbels, welcher die Nahrung zum Munde führt. Wenn es nun auch keinem Zweifel unterliegt, dass im Momente der Erschlaffung und der beginnenden Lähmung die dicken Wimperhaare sich hakenartig krümmen, um sich von Neuem zu erheben und

wieder zu krümmen, so gestehen wir doch, dass wir nicht deutlich haben beobachten können, in welcher speciellen Weise sie beim Schwimmen oder bei der Erzeugung des Nahrungswirbels arbeiten. Es schien uns indessen immerhin, als ob in den beiden Thätigkeiten die Wimperhaare in derselben Weise arbeiten und dass derselbe Wirbel das Thier schwimmen lässt, wenn es frei ist oder ihm Nahrung heranzieht, wenn es mit dem Schwanze irgendwo festsitzt. Es ist übrigens klar, dass der Wirbel zum Munde auch hervorgebracht wird, während das Thier schwimmt und dass Nahrungsmittel durch den Schlundkopf aufgeschnappt werden, während das Thier die Flüssigkeit durchschwimmt.

Die Wimpern werden von einer ziemlich dicken Masse getragen, die aus grossen gekörnten Zellen gebildet ist, deren rundliche Grundflächen in die Leibeshöhle hineinragen. Diese Masse wird von einem unentwirrbaren Filze durchzogen, der sowohl aus specifischen Muskelfasern, wie auch von solchen, die von der Auflösung der Bündel der Zurückzieher herrühren und endlich aus vom Gehirne herkommenden Nervenfasern gewoben ist. Aus der Masse gehen zahlreiche feine Muskelfasern (*d*, Fig. 210) ab, welche dazu dienen, isolirte Theile zurückzuziehen, während die grossen Zurückzieher durch ihre Verkürzung das ganze Organ in den Panzer zurückziehen.

Nervensystem (Fig. 209, 210). — Das Centralganglion, das Gehirn, liegt auf der Rückenseite des Thieres, unmittelbar vor dem Schlundkopf und in dem Einschnitte zwischen den beiden Rückenstacheln. Von dem Rücken aus gesehen (*i*, Fig. 209) stellt es eine ziemlich beträchtliche, körnige Masse dar, deren Zusammenwachsen aus zwei Hälften durch einen mittleren Einschnitt angedeutet wird. Diese Hälften schieben seitlich zwei Paar Fortsetzungen aus, die ebenfalls körnig sind und denen man auf eine kurze Strecke zu folgen vermag. In der Seitenansicht (Fig. 210) besitzt die äussere dorsale Hälfte (*f*) die Form eines senkrecht aufgerichteten Eies, dessen unteres spitzigeres Ende den augenförmigen Fleck enthält. Von der Hinterseite dieser Hälfte löst sich eine herzförmige Masse (*g*) ab, deren breites Ende nach innen gekehrt ist und auf diesem Theile unterscheidet man zwei hellere, von einander abstehende, von körniger Substanz umgebene Räume. Es sind ohne Zweifel fingerförmig ausstrahlende Fasermassen, die von Gangliensubstanz umgeben sind. Man unterscheidet mehrere von diesem hinteren Theile ausgehende Nerven, besonders einen, der sich zu dem sehr nahe gelegenen Schlundkopfe begiebt. An dem vorderen eiförmigen Theile klebt ein kleines Ganglion, das den Nerven des Sinnesrohres entsendet und mehrere sehr schwierig zu unterscheidende Nerven begeben sich von dem Gipfel des eiförmigen Theiles zu den benachbarten Wülsten des Räderorganes.

Diese Beschreibung des Gehirnes ist ohne Zweifel sehr unvollständig, aber wir zweifeln daran, dass man die Nerven mit unseren

gegenwärtigen Hülfsmitteln weiter verfolgen kann. Hier fühlt man wieder die Lücke in unserer Technik, die noch nicht dazu gelangt ist, eine Substanz zu entdecken, welche die Nervensubstanzen allein zu färben im Stande wäre.

Sinnesorgane. — Es exisirt nur ein einziges Auge (*k*, Fig. 209), das auf dem Hinterrande des Gehirnes in der Medianlinie liegt und in einem Pigmentflecken von schön carminrother Farbe besteht. Die Form dieses Fleckens ist sehr unregelmässig, da die rothen Körner, welche ihn bilden, auf den Rändern hervorragen. Er ist indessen in den meisten Fällen länglich. Bisweilen sieht man zwischen den Körnern helle Räume, welche man für lichtbrechende Körperchen zu halten versucht wäre.

In innigem Zusammenhange mit diesem Flecken befindet sich ein kleines helles, von einer Membran umgebenes Säckchen, welches man besonders gut in der Profilansicht (*h*, Fig. 210) wahrnimmt. Bei unserem Brachionus enthält dieser Sack nur eine klare Flüssigkeit, während er bei vielen anderen Räderthierchen Körner enthält, welche von kalkiger Beschaffenheit sein sollen. Es ist uns indessen nicht gelungen, eine Entwickelung von Kohlensäure wahrzunehmen, als wir die Thiere mit einer Säure behandelten.

Ausser den beiden bei der Behandlung des Räderorganes erwähnten Borsten besitzt Brachionus noch ein Sinnesrohr (*f*, Fig. 209; *i*, Fig. 210), das in dem Winkel zwischen beiden Rückenstacheln liegt. Es ist ein aus drei Abschnitten, welche sich in einander stülpen können, zusammengesetztes Chitinrohr. Es ist am Ende geschlossen und trägt auf diesem dünnen und rundlichen Ende einen kleinen Strauss von straffen Borsten. In der Profilansicht (Fig. 210) kann man in seinem Inneren sehr gut den Nerven, welcher es durchzieht, und die Längsmuskeln wahrnehmen, welche es an die Ränder des Panzers heften. Seine Bewegungen sind vollständig von denjenigen des Räderorganes unabhängig; das Thier zieht dieses Rohr abwechselnd ein und aus, schwenkt es auch zuweilen nach rechts und nach links. Es dient offenbar dazu, Tastempfindungen zu vermitteln.

Verdauungssystem. — Dieses System wird innen in seiner ganzen Ausdehnung von einem Wimperepithel überzogen, das im Allgemeinen aus sehr feinen Wimperhaaren gebildet ist, welche eine beständige Bewegung unterhalten, die in den erweiterten Theilen rotirend erscheint.

Der von dem Räderorgane gebildete Trichter (f^1, Fig. 212) setzt sich in einen engen Canal, den Mundcanal (m^1, Fig. 209) fort, der ziemlich kurz ist, aber so deutlich ausgeprägte Wände besitzt, dass sie von Chitin gebildet scheinen. Auf diesen Wänden sitzen innen straffe, nach hinten gerichtete Wimperhaare und der ganze Canal durchsetzt eine Masse von körnigem Baue, welche der vorderen Ober-

fläche des muskulösen Schlundkopfes anliegt und wohl drüsiger Natur sein dürfte.

Der Canal mündet im Mittelpunkte des muskulösen Schlundkopfes (*m*, Fig. 209, 210), eines sehr verwickelt gebauten und mit einem mächtigen Kaumechanismus bewaffneten Organes. Dieser muskulöse Schlundkopf bietet in der Vorderansicht eine herzförmige Figur dar, deren Spitze nach hinten gerichtet ist. Er wird von mächtigen, in verschiedenen Richtungen verlaufenden Muskelfasern gebildet, durch deren Thätigkeit nicht nur die verschiedenen Stücke des Kauapparates in Bewegung gesetzt, sondern auch das Aussehen des gesammten Schlundkopfes jeden Augenblick verändert wird.

Der Kauapparat (m^3, Fig. 212) wird von einem Mittelstücke gebildet, das eng das Darmrohr umgiebt, welches den Schlundkopf durchbohrt und an seinem Hinterende eine gabelähnliche Theilung darbietet. Diesen Theil hat Gosse Fulcrum genannt. Es schien uns, als gäbe es zwei Fulcra, ein dorsales und ein ventrales, welche so eine Art Scheide um den Canal herum bilden würden. Die paarigen Theile werden jederseits von drei Hauptstücken gebildet: ein äusseres säbelförmiges, mit einem starken Längskamme versehenes Stück, das Manubrium von Gosse, wendet sich nach hinten und zur Seite und articulirt mit einem grossen dreieckigen Stücke, welches die Form eines Schulterblattes hat, und mit seinem etwas krummen und scharfen Rande in den Canal hineinragt. Jedes dieser Stücke, welchen Gosse den Namen Uncus gegeben hat, trägt fünf dicke, schief nach innen und hinten gerichtete Rippen, welche man gewöhnlich als „Zähne" bezeichnet. Wir leugnen nicht, dass bei anderen Räderthieren diese Zähne mit ihren inneren Spitzen durch die Verkleinerung der Platte, auf welcher sie sitzen, mehr oder weniger frei werden; aber wir glauben uns versichert zu haben, dass sie bei unserem Brachionus nur vorstehende Rippen bilden, welche ihrer ganzen Länge nach solid an der scharfen Platte befestigt sind. Zwei kleine, von Gosse Alulae genannte Fortsätze sind noch in dem Winkel des Gelenkes zwischen Manubrium und Uncus befestigt. Ihre freie Spitze ist nach hinten gerichtet.

Durch die Thätigkeit der Aufhängemuskeln, welche in der Profilansicht (*o*, Fig. 210) besonders wahrnehmbar sind, kann der Schlundkopf nach vorn bis zum Eingange des Mundtrichters gestossen werden, während andere Muskeln (o^1, Fig. 210) ihn in das Innere des Körpers zurückziehen und ihm sogar eine Drehbewegung um seine Queraxe mittheilen. Während des Schlingens führen die Uncus Bewegungen aus, in Folge deren sie sich zuerst vorn von einander entfernen, um die Nahrung eintreten zu lassen, die nach hinten gestossen und hierauf durch die Annäherung der Platten breitgedrückt und zerschnitten wird.

Ein ziemlich kurzer, dickwandiger Canal (m^4, Fig. 209; p, Fig. 210), welchen man Speiseröhre zu nennen übereingekommen ist, führt vom Schlundkopfe in den Magen. Man sieht den Oesophagus gewöhnlich so, wie wir ihn Fig. 209 gezeichnet haben, nämlich in Form eines kurzen Cylinders, in dessen Innerem man ohne Mühe Flimmerwellen wahrnimmt, welche sich von vorn nach hinten fortsetzen, dabei aber eine quere Richtung beibehalten. Wir haben uns nicht mit eigenen Augen davon überzeugen können, dass diese scheinbaren Wellenbewegungen, wie es Eckstein will, von wellenartigen Schwingungen einiger sehr verlängerter Wimperhaare herrühren, welche sich in der Speiseröhre vorfänden, aber diese Ansicht scheint uns wahrscheinlich zu sein. Auf der Fig. 210 haben wir die Speiseröhre so gezeichnet, wie sie sich im Profile an einem durch Strychnin gelähmten Individuum darbot. Sie schien sehr verlängert, ihr Lumen (g) derartig verkleinert, dass es nur eine dunkle Linie vorstellte, und an ihrer dicken, längsgestreiften Wand nahm man einige unabhängige Muskelbündel wahr, welche, zwischen Schlundkopf und Magen (o, o^1, Fig. 210) verlaufen und durch ihre Contraction diese beiden Organe einander nähern müssen.

Die wellenartige Flimmerbewegung dauert noch an dem etwas erweiterten Eingange der Speiseröhre in den eigentlichen Magen fort (m^5, Fig. 209), der einen länglichen weiten Sack bildet und dessen Wände ausserordentlich reich an Drüsen sind. Wenn die Thiere gut genährt werden, so sieht man darin grosse hervortretende Zellen oder vielmehr rundliche mit Körnern, Tröpfchen und oft auch mit, sehr lichtbrechenden Kernen täuschend gleichenden Fetttropfen erfüllte Säckchen. Gewöhnlich sind alle diese Vacuolen mit diesen gelblich oder bräunlich gefärbten Körpern angefüllt, aber bisweilen sieht man auch mit einer hellen Flüssigkeit erfüllte Blasen (Fig. 209), welche im durchfallenden Lichte die darunter liegenden Säckchen erkennen lassen. Bei Individuen, welche einige Zeit lang gefastet haben, weist der Magen kaum solche Erweiterungen auf und man kann dann im Innern die Wimperbewegung wahrnehmen, während die Säckchen einzig durch sehr feine Umrisse angedeutet werden.

An den Beginn dieses Magens sind zwei seitliche Drüsen geheftet, welche man die Magendrüsen (n, Fig. 209) nennen kann. Diese an Gestalt sehr wechselnden Drüsen sind jedoch allgemein von zwei Lappen gebildet und münden durch einen kurzen und engen Canal in den Magen. Sie sind mit ihren hinteren Lappen mittelst eines sehr feinen Muskels an die Körperwand geheftet. Sie sind körnig, aber die Körner sind feiner als diejenigen der Magenampullen und man sieht oft darin runde und klare Zellen in kleiner oder grösserer Anzahl.

Der Magen geht ohne scharfe Grenze in den Darm über (m^6, Fig. 209; h, Fig. 211), dem die Säckchen fehlen, so dass man

darin sehr deutlich die Drehbewegung, welche von den feinen die innere Oberfläche des Darmes auskleidenden Wimperhaaren herrührt, wahrnehmen kann. Die Wände dieses Theiles des Darmcanales sind dicker als diejenigen des Magens und nehmen gegen das hintere engere Ende hin ein längsgestreiftes Aussehen als Andeutung einer sehr entwickelten Muskelschicht an. Der ausserordentlich contractile Darm wechselt in seinem Aussehen bedeutend. Fast unkenntlich, wenn der Canal mit in Verdauung begriffenen Stoffen angefüllt ist, sieht er im leeren Zustande wie eine grosse aufgeblasene Birne oder wie ein gefalteter Dickdarm aus. Der schmale gestreifte Stiel der Birne öffnet sich in die Vorderseite der Cloake (*m*, Fig. 211), eines kurzen, dem Ausscheidungs- und Geschlechtssysteme gemeinsamen Canales, von dem wir weiter unten sprechen werden.

Ausscheidungs- oder Wassergefässsystem. — Dieses System erinnert in seinen allgemeinen Zügen an dasjenige der Saug- und der Strudelwürmer. Es wird von zwei mit Wimperflammen versehenen Seitencanälen und einer endständigen, in die Cloake mündenden Blase gebildet.

Die Wassergefässcanäle (*p*, Fig. 209; *q*, Fig. 210) beginnen an dem Räderorgane jederseits mit einem gewundenen Knäuel, an dessen Beginn eine Wimperflamme gestellt ist. Ihre vordere Endigung verliert sich in den Zellenmassen des Räderorganes; es ist uns niemals gelungen, dieses Ende mit Sicherheit wahrzunehmen. Die Canäle schlängeln den Körperseiten entlang hinab, bilden gewöhnlich einen zweiten Knäuel in der Nähe der Magendrüsen, gehen über die Bauchseite des Eierstockes und der Ausscheidungsblase, indem sie sich der Rückenseite und der Medianlinie (Fig. 211) zuwenden und öffnen sich jederseits in den Hals der Blase, nahe bei der Cloake. Auf ihrem ganzen Umfange sind die ziemlich deutlichen Wände dieser Canäle aussen von einer körnigen Substanz überzogen, wie wir eine solche schon bei den Strudelwürmern (S. 270) beschrieben haben. Diese Substanz häuft sich besonders an den Knäueln zwischen den gewundenen Canälen an. Aber es besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen Canälen und denjenigen der Turbellarien: man sieht an ihnen nirgends Verzweigungen oder feinere Aeste. Dagegen tragen sie Knöpfe mit Wimperflammen, welche uns gänzlich wie diejenigen der Strudelwürmer gebaut scheinen (S. 271). Bei unserer Art sind es kurze, gerade und steife, mit einer Haube überzogene Canälchen. Im Mittelpunkte dieser Haube ist die Geissel angeheftet, deren Spitze gegen die Insertion des Canälchens am Hauptcanale gerichtet ist. Auch hier müssen wir die Frage unentschieden lassen, ob die Hauben ganz oder von kleinen Seitenöffnungen durchbohrt seien. Was sie von denjenigen der Strudelwürmer unterscheidet, ist der Umstand, dass sie sich nicht als Nagelköpfe darbieten, sondern dass sie den gleichen Durchmesser wie das

Canälchen, welches sie trägt, besitzen. Wir zählen bei unserer Art vier solcher Organe (*p*, Fig. 209) auf jedem Seitencanale, eines am Räderorgane selbst, ein zweites am Ende des vorderen Knäuels, ein drittes am Ende des hinteren Knäuels und ein viertes in der Höhe des Bodens der Ausscheidungsblase.

Diese Blase (p^2, Fig. 209; *r*, Fig. 211) ist ein weiter, mehr oder weniger birnförmiger, neben dem Darme gelegener Sack. Ihre Wände bieten immer einen doppelten Rand dar, zeigen aber im Inneren keine Wimperbewegung. Das Innere ist mit einer klaren und durchsichtigen Flüssigkeit erfüllt. Die Blase ist immer in Thätigkeit; sie dehnt sich langsam bis zu einer sehr bedeutenden Grösse aus, dann zieht sie sich plötzlich zusammen, indem sie die Flüssigkeit in einem Strahle durch den After herausstösst. In diesen Augenblicken der Contraction sind die Wände wie Muskeln gekräuselt und das innere Lumen ist auf ein Minimum reducirt.

Die Cloake (*m*, Fig. 211) ist, wie man sich durch die Profilansicht überzeugen kann, die Fortsetzung des Halses der Ausscheidungsblase; sie ist gerade gegen die Rückenseite des Thieres gekehrt und öffnet sich durch den After (*n*, Fig. 211) unter zwei kleinen Panzerplatten, welche ein körniges Aussehen besitzen und wohl drüsiger Natur sein dürften, denn dieses Aussehen verliert sich sofort unter dem Einflusse von Aetzkali. Hebemuskeln (*k*, Fig. 211) begeben sich vom Panzer zu jener kurzen Röhre von muskulösem Aussehen, in welche vorn und auf der Mittellinie der Darmcanal, hinten und auf den Seiten die beiden Ausscheidungscanäle und zwischen den beiden der oder die Eileiter münden. Wir haben diese Anordnung in der Profilansicht sehr deutlich wahrgenommen (Fig. 211).

Geschlechtsorgane. — Der Eierstock (*o*, Fig. 209; *e*, Fig. 211) ist ein ziemlich umfangreiches, auf der Bauchseite des Weibchens, in dem hinteren Theile des Körpers gelegenes Organ. Bei den jungen Brachionus liegt er am Darmcanal an, dessen Ränder er kaum überschreitet; aber wenn er sich mehr entwickelt, krümmt er sich auf beiden Seiten um den Darmcanal herum, so dass er ihn wie ein Ring umfasst. Er zeigt eine feine häutige Hülle und wird von einer körnigen Substanz gebildet, welche sich unter der Einwirkung von Aetzkali aufklärt, aber noch viele unversehrte Körner sehen lässt. In der Mitte dieser körnigen Masse befinden sich helle, runde Räume, welche in einem vorgerückteren Zustande von einem klaren Hofe und hierauf von einer feinen Haut umgeben sind, so dass man in dieser Epoche den Kern, die Keimzelle und die Eihülle unterscheiden kann. In den gewöhnlichen Fällen wird der Inhalt der Zelle körnig und dunkel und bildet so den Dotter, der in den reifen Eiern von kleinen, ziemlich deutlichen Dotterkugeln gebildet ist (Fig. 209). Wir haben bisweilen offenbar missrathene Eier (o^1, Fig. 209) angetroffen, die

einzig aus einer Umhüllungsmembran und einem hellen Inhalte bestanden. Die Eier entwickeln sich auf gleiche Weise in den beiden Seitenhälften des Eierstockes; oft sind diese Hälften ungleich in Folge einer solchen Entwickelung.

Für uns ist es noch eine Frage, ob es zwei Eileiter oder nur einen einzigen giebt. In den meisten Fällen kann man kaum den Eileiter erkennen und es ist uns niemals gelungen, ihn mit Gewissheit bei der dorsalen oder ventralen Lage, welche einige Individuen vorzugsweise annehmen, zu sehen. Aber in der Profilansicht (*p*, Fig. 211) haben wir deutlich gesehen, wie der Eileiter vom Hinterende des Eierstockes in Gestalt eines durch geschlängelte Längslinien gekräuselten Canales abgeht. Diese Kräuselung ist das sichere Anzeichen einer starken Muskelschicht. Nun ging dieser Canal deutlich über die Umrisse der Ausscheidungsblase, um sich am Halse dieser letzteren da, wo er zur Cloake geht, zu öffnen. Es sind also nur zwei Erklärungen für diese Beobachtung möglich: entweder giebt es nur einen einzigen Eileiter und alsdann liegt dieser unpaare Canal auf der rechten Seite (das Individuum, welches wir Fig. 210 abgezeichnet haben, bietet dem Beschauer die rechte Seite dar), oder es giebt deren zwei, welche die Ausscheidungsblase umfassen und von denen der untere oder derjenige der linken Seite von dem zur Rechten verdeckt wurde. Unsere ferneren Beobachtungen erlauben uns nicht, diese Frage endgültig zu entscheiden.

Die Eier erlangen ein verhältnissmässig überaus grosses Volumen, da sie aber sich leicht zusammendrücken lassen, während sie sich noch im Mutterleibe befinden, können sie durch den After ausgestossen werden. Nach ihrer Ausstossung werden sie mittelst eines Klebestieles (o^4, Fig. 209) an den Körper der Mutter geheftet. Wir haben gesehen, wie sie in Folge des Druckes einer Glasplatte ihre Stellung veränderten, aber immerhin am Körper kleben blieben. Es giebt, was ihren inneren Bau anbetrifft, zwei Arten Eier. Die Wintereier (Fig. 213) besitzen eine braune, harte, unzählbare Rauhigkeiten darbietende Schale. Die Dotterkugel im Inneren füllt diese Schale nicht vollständig aus. Die Schale springt zur Zeit der Reife der Embryonen der durch das Zurückziehen des Dotters angedeuteten Theilungslinie nach auf. Diese Eier bleiben nur kurze Zeit am Körper der Mutter kleben und fallen, indem sie sich ablösen, im Wasser auf den Grund, wo sie einige Zeit lang verbleiben, bevor sie sich entwickeln. Die sogenannten Sommereier (Fig. 209) bleiben am Körper der Mutter bis zur vollständigen Entwickelung des Embryos kleben. Sie haben eine sehr weiche und feine Schale, welche dem geringsten Drucke nachgiebt und keine Rauhigkeiten aufweist. Im Vorfrühling findet man Sommereier von sehr verschiedenem Umfange; die kleinen, welche kaum die Hälfte des Umfanges der grossen besitzen, erzeugen Männchen, die grossen Weibchen. Der innere Bau dieser Eier von verschiedener Grösse ist übrigens genau der gleiche.

Männchen. — Der bei den Räderthieren so häufige Dimorphismus der Geschlechter ist bei Brachionus auf die höchste Spitze getrieben. Da wir nicht Gelegenheit hatten, Männchen von unserer Typusart zu beobachten, so geben wir die Beschreibung und die Abbildung (Fig. 214) des Männchens einer verwandten Art, *Brachionus urceolaris*, nach Cohn.

Diese sehr kleinen und ausserordentlich lebhaften Männchen erscheinen erst im Monat Mai während eines sehr kurzen Zeitraumes. Sie kommen aus kleinen, in buntem Gewirr mit den grösseren weiblichen Eiern an den Körper der Mutter angehefteten Sommereiern und

Fig. 213.

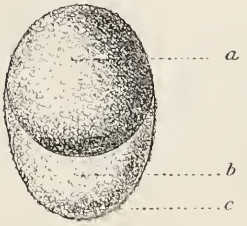


Fig. 214.

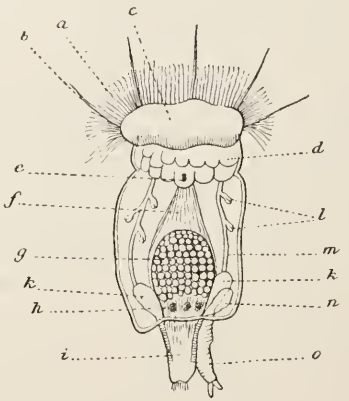


Fig. 213. — Winterei von *Brachionus pala*. Zeiss, Obj. *E*. Cam. luc. *a*, Dotter; *b*, leere Stelle; *c*, Schale mit Unebenheiten.

Fig. 214. — Männchen von *Brachionus urceolaris*, nach Cohn. *a*, Kranz von Wimperhaaren; *b*, steife Geisseln; *c*, Kopfscheibe; *d*, Zellen des Räderorganes; *e*, Auge und Gehirn; *f*, Aufhängeband des Hodens; *g*, Hoden; *h*, Körnerzellen; *i*, Ruthe; *k*, Nebendrüsen; *l*, Wimperflammen; *m*, Wassergefässcanal; *n*, contractile Blase; *o*, Schwanz.

lassen sich sofort durch den vollständigen Mangel des Kauapparates in dem in der Bildung begriffenen Embryo erkennen. Dieser Kauapparat erscheint bei den weiblichen Embryonen schon sehr frühzeitig. Wie fast alle übrigen Männchen der Räderthiere zeigen sie im ausgewachsenen Zustande keine Spur eines Verdauungscanales. Der Darmcanal beginnt wohl sich im Embryo in der ersten Anlage zu bilden, aber er erleidet hierauf eine rückschreitende Umwandlung.

Das Männchen von Brachionus besitzt keinen mit Stacheln versehenen Panzer, sondern biegsame Körperdecken. Vorn befindet sich das scheibenartig geformte Räderorgan, das keine trichterförmige Ver-

tiefung besitzt, sondern lange Wimperhaare trägt, unter welchen man einige Tastgeisseln unterscheidet. Ein Mund ist nicht vorhanden: das Zellgewebe der Wirbelscheibe füllt den Theil aus, wo diese Oeffnung sich vorfinden sollte. Das Gehirn und das Auge sind dagegen wie beim Weibchen geformt. Die mit Wimperflammen versehenen Ausscheidungscanäle sind auch in gleicher Weise angeordnet und begeben sich zu einer contractilen Blase (*n*, Fig. 214), die hinter der Nebendrüse liegt und wahrscheinlich an der Wurzel des Schwanzes ausmündet. Besonders die Geschlechtsorgane fallen in ihrem Bau dem Beobachter auf. Eine weite, muskelreiche, fein der Länge nach gestreifte Hülle (*f*, Fig. 214) erstreckt sich von der Stelle des geschlossenen Mundes bis gegen den Hoden hin, der das letzte Drittel des Körpers einnimmt. Dieses Band geht zweifelsohne aus der Rückbildung des Darmcanales hervor. Der Hoden selbst (*g*, Fig. 214) ist ein weiter birnförmiger Sack, der von sehr dicken, muskelreichen Wänden umgeben und mit Kügelchen erfüllt ist, welche zu kommaförmigen Samenthierchen werden. Das erweiterte rundliche Ende des Hodens ist nach vorn gekehrt; nach hinten setzt er sich in ein cylindrisches Organ fort, das ein Rohr mit weitem Lumen vorstellt und das Begattungsorgan oder die Ruthe (*i*, Fig. 214) ist. Drei dunkle, oft in Zellwänden eingeschlossene Körneranhäufungen (*h*, Fig. 214) lassen sich an der Stelle, wo die Hodentasche durch einen engen Hals zum Penis übergeht, wahrnehmen. Es sind wahrscheinlich nicht aufgesogene Dotterüberreste. An der gleichen Stelle münden in diesen Hals zwei helle Nebendrüsen (*k*, Fig. 214), deren Zweck man nicht genauer bestimmen kann. Die sehr dicken Wände des Ruthenrohres weisen Längs- und Quermuskelschichten auf. Die Höhle sowie die Oeffnung des Rohres lassen eine sehr deutliche Wimperbewegung erkennen. Das ganze Rohr kann in die Leibeshöhle zurückgezogen werden, aber es wird gewöhnlich über dem Schwanze, dessen Länge es fast gleichkommt, ausgestreckt getragen. Man hat die Begattung noch nicht beobachtet, aber es ist zweifelhaft, ob die Ruthe in die Cloake des Weibchens eingeführt wird, weil man oft frei in der allgemeinen Körperhöhle zwischen den Organen sich bewegende Samenthierchen vorfindet. Andererseits sterben auch die Samenthierchen im Wasser sehr schnell; es ist also wahrscheinlich, dass sie unmittelbar in die Leibeshöhle eingeführt werden, deren Flüssigkeit gegen aussen hin keinen Ausgang hat und die Fähigkeit zu besitzen scheint, die Samenthierchen lange am Leben zu erhalten.

Einige Räderthiere verfertigen sich Röhren, in welche sie sich ganz zurückziehen können, oder schleimige Massen, in welchen sie mit dem Fusse befestigt sind (*Lacinularia*). Die Röhren sind in den meisten Fällen durchsichtig (*Tubularia*, *Stephanoceros*, *Floscularia*) oder aus fremden zusammengeklebten Stoffen erbaut (*Melicerta*). Bei dieser letzteren Art findet man

unter dem Munde ein Wimpergrübchen, in welchem Körner zu kleinen Kugeln geformt werden, welche das Thier eine nach der anderen an den Rand des Rohres klebt. Andere Gattungen setzen sich isolirt (*Ptygura*) oder als schwimmende Colonien fest (*Conochilus*). Bei allen diesen festsitzenden Gattungen fehlt dem Schwanze eine Zange, während die Klebedrüsen im Schwanzende dagegen sehr entwickelt sind.

Alle denkbaren Uebergangsformen zwischen sehr weichen Körperdecken und der Bildung eines spröden, oft sehr dicken und mit Rippen, Stacheln, Warzen u. s. w. versehenen Panzers kommen vor. Gewisse Gattungen (*Triarthra, Polyarthra*) besitzen abgeflachte, längliche Ruderplatten oder sehr lange und dicke Borsten, mittelst welcher sie im Wasser wie Krebsflöhe (*Cyclops*) herumhüpfen. In diesen Fällen fehlt der Schwanz vollständig. Er fehlt übrigens anderen Gattungen (*Anurea*) auch, bei welchen der Panzer hinten geschlossen ist. Die Dimensionen des Schwanzes sind ausserordentlich schwankend: sehr kurz bei den einen (*Synchaeta, Hydatina*) kann er sich fernrohrartig bedeutend verlängern (*Philodineen*) oder Endzangen von übermässiger Länge erwerben (*Notommata longiseta*).

Das Räderorgan weist beträchtliche Abweichungen auf. *Trochosphaera aequatorialis*, das einzige Räderthier mit vollkommen kugelrundem Körper, ohne Schwanz noch andere Anhänge, von Semper auf den Philippinen entdeckt, besitzt einen äquatorialen Wimperkranz, der am Munde und an dem diesem letzteren entgegengesetzten Pole unterbrochen und einzig zur Bewegung bestimmt ist. Der trichterförmige Mund ist mit kreisförmig gestellten Wimperhaaren besetzt. Man kann annehmen, dass die Entwickelung dieser beiden Kränze mit derjenigen der länglichen Körpergestalt beinahe gleichen Schritt hält und dass das Räderorgan schliesslich aus zwei Kränzen besteht, die oft unvollständig oder theilweise gelappt und als Oehrchen vorgestreckt sind, von denen das eine aussen sich befindet und in unmittelbarer Beziehung zum Schwimmen steht, während das andere innen liegt und specieller für die Herbeiziehung der Nahrung gegen den Mund hin bestimmt ist. Man kann nicht verkennen, dass die Hauptmodificationen des Räderorganes mit der Anpassung an ein sesshaftes oder schmarotzendes Leben in Zusammenhang stehen. Diese Rückbildungen beginnen bei den *Philodineen*, welche häufiger kriechen als schwimmen, indem sie für dieses Kriechen nach Art der Egel vorn eine isolirte mittlere Partie des Räderorganes gebrauchen, die wie ein Rüssel vorstreckbar ist, während hinten besondere, zwischen den oft verdoppelten Spitzen des Fusses gelegene Klebelappen entwickelt sind. Das Räderorgan selbst ist alsdann deutlich in zwei Seitenhügel geschieden, welche von dem Rüssel unabhängig sind und zurückgezogen werden können, während dieser vorgestreckt wird. Bei mehreren festsitzenden Formen (*Floscularia, Stephanoceros*) werden die tief eingeschnittenen Lappen des äusseren Kranzes der *Tubicolaria* zu Hügeln oder sogar zu Armen, welche mit steifen, kaum biegsamen Wimperhaaren besetzt sind, während der mit feinen Wimperhaaren besetzte innere Kranz verbleibt. Schliesslich ist jede Spur eines Räderorganes bei den an den Blättern der Seerose mittelst einer Chitinwarze befestigten *Apsilus* verschwunden. Aber die Existenz eines Wimperkranzes bei den jungen Weibchen sowohl als bei den jungen Männchen beweist wohl, dass es nur eine durch eine festsitzende Lebensweise erfolgte Anpassungsrückbildung ist. Die Schmarotzerrückbildung beginnt bei gewissen Notommaten (*N. parasitica* der Volvoxarten), setzt sich bei den Arten von *Albertia*, den Parasiten der Regenwürmer, fort und vollendet sich bei den *Balatro*, den Schmarotzern der Oligochaeten, bei denen keine Spur von Räderorgan mehr vorkommt.

Das centrale Nervensystem ist überall nach dem gleichen Typus gebaut. Tastorgane finden sich bei vielen Räderthieren auf den Körperseiten, wo sie von einer kleinen borstentragenden Warze gebildet werden, zu der sich ein Nerv begiebt. Aber diese Organe scheinen sehr unbeständig zu sein, denn sie fehlen bei einigen Arten einer Gattung, während andere sie besitzen. Das dorsale Sinnesrohr hingegen ist mehr verbreitet; es wird sehr gross und gabelt sich bei gewissen Arten (*Philodineen*) bisweilen an seinem Ende. Bei anderen (*Hydatina*) ist es durch eine kleine Warze oder sogar durch ein Grübchen mit steifen Haaren ersetzt. In den meisten Fällen existirt ein oft aus zwei Hälften zusammengesetztes Auge; andere besitzen zwei Augen (*Philodina*), selten drei (*Triophthalmus*) oder vier (*Squamella*), oder man trifft wohl auch auf verschiedenen Körpertheilen, auf dem Kopfe (*Triophthalmus*, *Notommota najas*) oder auf dem Schwanze (*Euchlanis dilatata*) gefärbte Flecken an. Man hat bisweilen lichtbrechende Körperchen nachgewiesen. Bei den festsitzenden Formen haben die frei lebenden Jungen und die Männchen Augen, welche später verkümmern. Anderen Formen (*Hydatina*) fehlen sie zu jeder Zeit gänzlich.

Die Abweichungen des Verdauungssystemes sind zahlreich. Den Männchen fehlt es stets, mit Ausnahme der auf Nebalien schmarotzenden Gattung *Seison*, in Folge rückschreitender Umwandlung, die bei *Apodoides* constatirt wurde, wo die Männchen während des Jugendzustandes einen Darmcanal besitzen. Der Schlundkopf existirt bei allen einen Darmcanal besitzenden Räderthieren, er ist sogar einer der ersten im Embryo gebildeten Theile. Obwohl der Kauapparat nach dem gleichen Plane gebaut ist, so weist er doch in seiner Bewaffnung Abweichungen auf. Bald kommen nur zwei einfache Reibplatten (*Philodina*) oder auch wohl zahnförmige vorspringende Rippen, wie bei unserer Typusart vor, oder hakenförmige, isolirte und spitzige Zähne, welche sogar aus dem Munde herausgestossen werden können, um eine Beute zu ergreifen (*Notommata*). In diesen letzteren Fällen gleichen die Kinnladen sehr denjenigen gewisser Raubanneliden. Zwischen dem Munde und dem Schlundkopfe schaltet sich bisweilen (*Floscularia*, *Stephanoceros*) ein weiter Kropf in Gestalt eines Sackes ein. Die Darmdrüsen scheinen überall entwickelt zu sein; sie können sich mit den Drüsenmassen, welche den Darm umgeben, verschmelzen und zuweilen sich in solchem Grade entwickeln, dass das Lumen des Magens dadurch sehr verengert wird (*Philodina*). Der Enddarm fehlt bisweilen (*Asplanchna*, *Ascomorpha*), er endet dann als Blindsack und mündet nicht in die Cloake. Das Ausscheidungssystem sowohl als auch die Geschlechtsorgane sind immer nach dem gleichen Vorbilde organisirt. Der Dimorphismus der Männchen ist bei *Seison*, wo die Männchen bloss ein wenig kleiner als die Weibchen sind, kaum angedeutet. Bei vielen Arten hat man bis jetzt weder Männchen noch männliche Eier entdeckt; sie scheinen sich durch fortlaufende Parthenogenese fortzupflanzen. Hingegen hat man beinahe überall Sommer- und Wintereier angetroffen.

Literatur. — Ehrenberg, Die Infusorien als vollkommene Organismen, Leipzig 1838. — Dujardin, *Infusoires. Suites à Buffon*, Paris 1841. — J. F. Weisse, Zahlreiche Abhandlungen in den Bulletins der Akad. Petersburg, 1845 bis 1865. — J. Dalrymple, *Description of an infusory animalcule allied to the genus Notommata. Philosoph. Transact.*, 1849. — D'Udekem, *Floscularia cornuta. L'Institut*, XIV, 1851. — Ders., *Note sur le systéme circulatoire de la Lacinulaire sociale, Ann. scienc. natur.*, 3. Serie, Bd. XIV, 1850. — Fr. Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. wissensch. Zoologie, Bd. VI, 1854. — Ders., Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der *Lacinularia socialis*. Zeitschr. wissensch. Zoologie, Bd. III, 1851. — Ders., Ueber

Hydatina senta. Müller's Archiv, 1857. — Gosse, *Description of Asplanchna priodonta. Ann. magaz. natur. history*, 2. Serie, Bd. VI, 1850. — Ders., *On the structure of Melicerta ringens. Quart. Journ. microsc. Soc.*, Bd. I, 1853. — Ders., *On the structure of the manducatory organs in the class Rotifera. Philos. Transact.*, 1856. — F. Cohn, Die Fortpflanzung der Räderthiere. Zeitschr. wissensch. Zoologie, Bd. VII, 1856. — Ders., Bemerkungen über Räderthiere. Ebend., Bd. IX, 1858; Bd. XII, 1863. — Claparède, *Miscellanées zoologiques (Balatro). Ann. scienc. natur.* 5. Serie, Bd. VIII, 1867. — Metschnikoff, *Apsilus lentiformis.* Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XVI, 1866. — C. Semper, *Trochosphaera aequatorialis.* Ebend., Bd. XXII, 1872. — Möbius, Ein Beitrag zur Anatomie des *Brachionus plicatilis.* Ebend., Bd. XXV, 1874. — Du Plessis, *Note sur l'Hydatina senta. Bull. Soc. vandoise*, XIV, 1877. — Eckstein, Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XXXIX, 1883.

Classe der Ringelwürmer (*Annelida*).

Diese Classe umfasst cylindrische oder mehr oder weniger abgeplattete Würmer, deren Körper deutlich in gleichartige (homonome) oder ungleichartige (heteronome) Ringe gegliedert ist. Sie besitzen auf den Seiten der Bauchfläche eingepflanzte Chitinborsten, die gewöhnlich auf Fussstummeln, sogenannten Parapodien, sitzen. Ihr Nervensystem besteht in einer doppelten Bauchganglienkette, deren Stränge sich an einander lagern und auf der Mittellinie mehr oder weniger mit einander verschmelzen. Die meisten besitzen Sinnesorgane. Der innere vollständig vorhandene Darmcanal trägt differenzirte Drüsen. In den meisten Fällen findet sich ein geschlossenes Gefässsystem. Röhrenförmige Ausscheidungsorgane wiederholen sich paarweise in jedem Körpersegmente (Segmentalorgane). Die Art und Weise der Fortpflanzung ist sehr mannigfaltig: Knospung, Theilung, zwitterige und eingeschlechtliche Fortpflanzung.

Man theilt die Classe der Ringelwürmer in zwei Ordnungen ein:

Erste Ordnung: Die Oligochaeten (*Oligochaeta*). — Cylindrischer Körper ohne Tentakeln, Parapodien und Kiemenanhänge. Auf jedem Segmente finden sich gleichförmige, kurze und gewöhnlich in geringer Anzahl vorhandene Borsten. Zwitter mit directer Entwickelung.

Die Oligochaeten werden in zwei Unterordnungen eingetheilt:

a. Erdwürmer (*Oligochaeta terricola*), welche hauptsächlich in feuchter Erde leben und deren Geschlechtsorgane eigene Ausführungsgänge besitzen (*Lumbricus*).

b. Schlammwürmer (*Oligochaeta limicola*), welche im Süsswasser oder im Meere leben und deren in den Geschlechtsringen gelegene

Segmentalorgane in Ausführungsapparate der Geschlechtsproducte verwandelt sind (*Tubifex*, *Naïs*).

Zweite Ordnung: Die Polychaeten (*Polychaeta*). Ohne Ausnahme Seethiere, Körper cylindrisch oder abgeplattet, mit Fühlern oder Kiemenanhängen und Parapodien versehen, welche die Borsten tragen. Die Geschlechter sind in den meisten Fällen getrennt. Die Entwickelung wird von Metamorphosen begleitet.

Die Polychaeten werden in zwei Unterordnungen getheilt:

a. Röhrenwürmer (*Sedentaria* oder *Tubicola*) mit undeutlich gesondertem Kopfe und kieferlosem Munde. Die Haut sondert eine zähschleimige Chitin- oder Kalkröhre ab, in welcher das Thier lebt (*Arenicola*, *Terebella*, *Serpula*).

b. Raubwürmer (*Errantia*). Der deutlich geschiedene Kopf trägt Fühler und Sinnesorgane, der Mund besitzt häufig einen Kauapparat; die Schwimmorgane sind wohl entwickelt (*Nereis*, *Eunice*, *Nephthys*).

Ordnung der Oligochaeten.

Diese Ordnung umschliesst cylindrische Würmer, denen Parapodien fehlen. Die Borsten sind unmittelbar in Hautgruben eingebettet. Die Nervenkette ist wohl entwickelt, die Sinnesorgane aber fehlen oder bleiben rudimentär. Das geschlossene Gefässsystem steht mit der Körperhöhle nicht in Verbindung. Die Geschlechter sind auf dem gleichen Individuum vereinigt.

Typus: *Lumbricus agricola* (Hoffm.). — Der Regenwurm ist von allen Oligochaeten am weitesten verbreitet. Man trifft ihn in feuchter Erde, besonders in Gartenboden, auf einer bedeutenden geographischen Verbreitungsfläche an und die unserer typischen Form nahe stehenden Arten sind von einander nur durch unbedeutende Kennzeichen, welche den inneren Körperbau wenig verändern, verschieden.

Der Regenwurm besitzt einen cylindrischen, hinten leicht abgeplatteten, sehr dehnbaren Körper. Die ausgewachsenen Exemplare können eine Länge von 20 cm erreichen. Die Oberfläche des Körpers wird durch Kreisfurchen in eine Reihe von Ringen geschieden, von denen der erste, der Kopfring, kleiner als die übrigen ist und vorn einen zungenförmigen Fortsatz, die Lippe oder *prostomum* (Fig. 215 und 216, 1), trägt. Der Durchmesser der Ringe nimmt nach hinten gleichförmig ab und ihr Durchschnitt, der in der Körpermitte kreisrund ist, wird hinten etwas abgeplattet. Ihre Zahl schwankt bedeutend von einem Individuum zum anderen, sie geht gewöhnlich über 100 hin-

aus (wir haben bei einem Exemplar 80 Ringe, bei einem anderen 190 gezählt). An Individuen, welche in einer schwachen Lösung Chromsäure getödtet werden, lassen sich die Ringe leicht zählen.

Wenn man unter der Lupe das Aeussere des Körpers untersucht, so constatirt man das Vorhandensein: a) einer vorderen, unter dem Vorsprunge des Kopfringes gelegenen Oeffnung, der Mund; b) einer

Fig. 215.

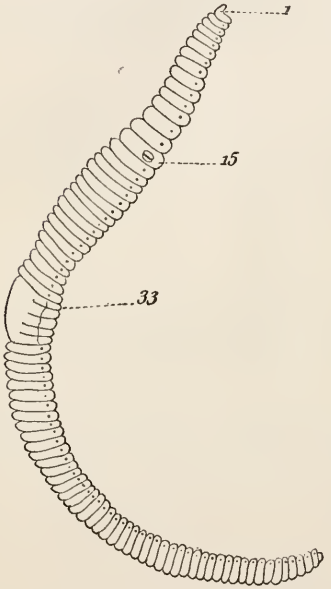


Fig. 216.

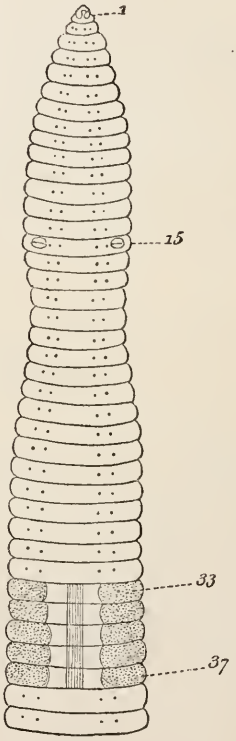


Fig. 215. — *Lumbricus agricola*, von der rechten Seite gesehen. 1, Kopfring; 15, der die männlichen Geschlechtsöffnungen tragende Körperring; 33 bis 37, Ringe des Clitellums oder Gürtels.

Fig. 216. — Dasselbe, von der Bauchseite her gesehen. Die Ziffern bedeuten das Nämliche wie in der vorhergehenden Figur.

hinteren, am Körperende gelegenen und den letzten Ring durchbohrenden Oeffnung, der After; c) zweier Querspalten, die von runden Wülsten umgeben sind und auf beiden Seiten der Bauchfläche des funfzehnten Ringes liegen (Fig. 215 und 216), es sind die Oeffnungen der Samenleiter; d) von zwei sehr kleinen Oeffnungen auf jeder Seite der Bauchfläche des vierzehnten Ringes, den Mündungen der Eileiter; sie

sind so klein, dass man sie nur in der Zeit des Eierlegens sieht; e) der Oeffnungen der vier Samentaschen, auf den Grenzen des neunten und zehnten Ringes und auf denjenigen des zehnten und elften; sie sind ebenfalls sehr klein und nur unter dem Mikroskope zur Zeit der Fortpflanzung wahrnehmbar; f) auf dem Vorderrande eines jeden Segmentes und zwar auf der Bauchseite vor den Borsten befinden sich die Oeffnungen der Segmentalorgane, die auch sehr klein und schwierig zu sehen sind; g) endlich bemerkt man zu beiden Seiten der Mittellinie der Bauchfläche zwei Zwillingspaare sehr feiner Borsten, die zu zwei und zwei gruppirt auf jedem Segmente als vier kleine schwarze Punkte erscheinen (Fig. 216). Die der Mittellinie am nächsten stehenden Borstenreihen werden die Bauchborsten, die entferntesten die Seitenborsten genannt. Von beiden Arten sind zwei Paare auf jedem Segmente vorhanden.

Die Haut des Wurmes bietet auf der Rückseite und den Seitenflächen von dem 33. bis zum 37. Segmente incl. eine Verdickung dar, welche zur Zeit der Fortpflanzung der Sitz einer reichlichen Absonderung ist. Diese auch durch ihre intensivere Farbe stets deutlich erkennbare Körpergegend ist unter dem Namen Clitellum oder Gürtel bekannt.

Präparation. — Man tödtet den Wurm durch Uebergiessen mit Wasser, dem man einige Tropfen Chloroform zugefügt hat; er stirbt dann innerhalb weniger Minuten in ausgedehntem Zustande. In gewöhnlichem Alkohol zieht er sich zu stark zusammen und wird zur Zergliederung untauglich. Man heftet den unbeweglich gewordenen Wurm mit der Bauchseite auf eine Korkplatte, indem man ihm die grösstmögliche Ausdehnung giebt, dann schneidet man ihn längs der Rückenfläche, dem gewöhnlich in Folge seiner röthlichen Färbung durchscheinenden Rückengefässe entlang auf. Es ist von Wichtigkeit, die Spitze der Scheere nur sehr oberflächlich eindringen zu lassen, damit der Darmcanal nicht angeschnitten und die grossen Gefässstämme nicht verletzt werden, welche es erlauben, von Anfang an einen allgemeinen Begriff vom Blutumlaufe zu erhalten. Wenn der Schnitt von einem Ende zum anderen geführt worden ist, so legt man seine Ränder um und befestigt sie darauf mittelst Stecknadeln auf der Korkplatte.

Die Untersuchung der Organe in ihrer natürlichen Lage zeigt den Darmcanal, die Gefässstämme, die Scheidewände, welche die Körperhöhle in ebenso viele Kammern, als er aussen Ringe hat, theilen, die Segmentalorgane, die Samentaschen nebst den Samenblasen und das Gehirn (Fig. 225). Es genügt, den Darmcanal leicht auf die Seite zu ziehen, um die Bauchganglienkette wahrzunehmen.

Der todte Wurm zersetzt sich sehr schnell im Wasser, worin man die weitere Präparation vornimmt. Wenn man daher genöthigt ist, die Arbeit auf einige Zeit zu unterbrechen, so muss man dem Wasser

einige Tropfen einer Lösung von Sublimat oder Pikrinsäure beifügen, Substanzen, welche die Gewebe fixiren und sie erhalten, ohne sie in dem Maasse wie der Alkohol zu härten.

Man kann auch gute Präparate erhalten, wenn man die Thiere mit Sublimat (den man nicht allzu lange einwirken lassen darf, weil sonst die Gewebe brüchig werden) oder mit einprocentiger Chromsäure getödtet hat. Diese letztere ist ein ausgezeichnetes Härtungsmittel für alle Ringelwürmer. Sie kann auch in sehr kleinen Dosen (einige Tropfen in das Wasser eines Gefässes) dazu dienen, um den Wurm im Zustande der Ausdehnung zu tödten.

Die Regenwürmer enthalten gewöhnlich in ihrem Darmcanale Pflanzenerde, welche sie verschlucken, um sich von den organischen Stoffen, welche sie enthält, zu nähren, und wir kennen kein Mittel, um sie dahin zu bringen, dass sie diese Pflanzenerde vollständig von sich geben. Um Schnitte anzufertigen, ist es aber unumgänglich nothwendig, diesen steinigen Darminhalt zu entfernen, welcher die Rasirmesser schädigen würde. Das Beste, was man in dieser Richtung machen kann, ist Folgendes: Die Würmer werden sorgfältig gewaschen und dann in ein mit Kaffeesatz gefülltes Gefäss gebracht; sie graben sich bald darin ein und verschlingen den Satz; nach einigen Tagen ist die Dammerde aus dem Darmcanal entleert und durch Kaffeesatz ersetzt, welcher sich sehr gut schneiden lässt.

Die Schnitte in den verschiedenen Richtungen werden in Paraffin vorgenommen. Der mit Kaffeesatz genährte Wurm wird in Chrom- oder Pikrinsäure getödtet, in Stücke von 3 bis 4 cm Länge geschnitten, mit Borax oder anderem Carmin gefärbt, in Alkohol gehärtet, in Chloroform oder Nelkenöl gelegt und endlich in geschmolzenes Paraffin eingeschlossen.

Da ein erwachsener Wurm von Mittelgrösse 15 000 oder 20 000 Querschnitte liefern kann, so wird man sich begnügen, von dem vorderen Drittel, welches die wichtigsten Organe umschliesst, Schnittserien zu fertigen und die Schnitte sorgfältig zu numeriren.

Körperdecken. — Die Haut des Regenwurmes, die durch ihr Hypoderm mit den darunter liegenden Muskelschichten so innig verbunden ist, dass man sie nicht davon trennen kann, ohne sie zu beschädigen, wird von zwei deutlichen Lagen gebildet, von der Cuticula und dem Hypoderm.

Cuticula. — Diese Aussenschicht besteht in einer besonders in dem hinteren Körpertheile sehr dünnen, durchsichtigen Haut ohne zelligen Bau. Sie wird durch feine Streifen, welche sich unter Winkeln von 70 bis 80° schneiden und welche besonders an ihren Kreuzungsstellen sichtbar sind, in kleine Vierecke getheilt. Diese Streifen sind wenig tief und es ist uns nicht gelungen, die Cuticula durch Einwirkung von Reagentien in kleine Vierecke oder in Bänder zu zer-

legen, wie man es bei *Ascaris* machen kann. Es sind diese Streifen (Fig. 217), welche das Licht auf der Körperoberfläche brechen und oft prächtige irisirende Farben erzeugen.

Die Cuticula löst sich bisweilen von selbst und immer leicht bei solchen Individuen ab, welche man in Chromsäure oder in Müller'scher Flüssigkeit hat maceriren lassen, was sie ohne Mühe zu studiren ermöglicht. Sie lässt sich in Reagentien nur wenig färben. Unter starken Linsen zeigt sie an den Kreuzungsstellen der Streifen feine Poren, Mündungen von Porencanälen, welche die Cuticula in ihrer ganzen Dicke durchsetzen und deren Existenz man auf Querschnitten

Fig. 217.

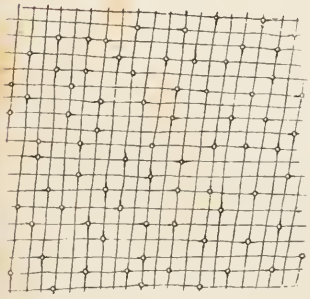


Fig. 218.

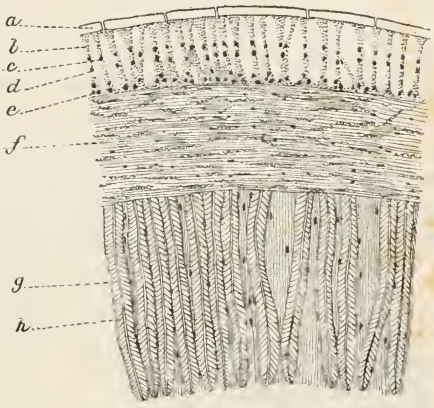


Fig. 217. — Cuticula von *Lumbricus*, die Streifen und die Mündungen der Porencanäle unter einer Vergrösserung von 500 Durchmessern zeigend.

Fig. 218. — Querschnitt der Körperdecken von *Lumbricus*. *a*, Cuticula, die Porencanäle zeigend; *b*, Cylinderzellen des Hypoderms; *c*, Intercellularlücken, mit durchsichtigem Protoplasma erfüllt; *d*, Zellkerne in der Mitte der Zelle; *e*, zahlreichere Kerne des Innerendes der Zellen; *f*, Pigmentanhäufungen einschliessende Kreismuskelschicht; *g*, die Bündel der Längsmuskeln theilende Blättchen; *h*, Schicht der Längsmuskeln.

constatiren kann (*a*, Fig. 218). Hier und da nimmt man grössere Oeffnungen wahr, aus welchen die Borsten heraustreten. Die Cuticula wulstet sich an diesen Stellen auf und bildet für den in die Haut versenkten Theil der Borsten eine Scheide; das Gleiche findet statt auf den Rändern des Mundes, der Geschlechtsöffnungen u. s. w.

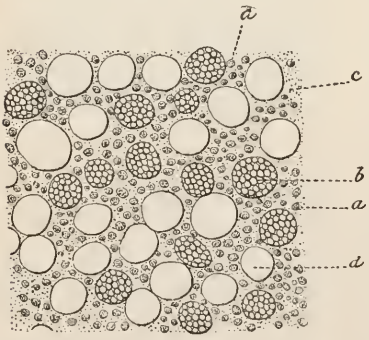
Hypoderm. — Die Hypodermschicht (*b*, Fig. 218 und 228), die unmittelbar unter der vorhergehenden liegt, als deren Mutterboden sie angesehen werden muss, wird von undeutlich ausgebildeten, unregelmässig cylindrischen, an ihren Enden verbreiterten Zellen gebildet (*b*, Fig. 218). Die grosse Axe dieser Zellen steht senkrecht zu der Cuticularoberfläche. Das Protoplasma, welches sie bildet, ist körnig

und die Zellen schliessen mehrere runde oder eiförmige Kerne ein, die auf zwei Punkten gruppirt sind: ein oder zwei zusammen gegen die Mitte der Zelle (*d*) und beträchtlichere Haufen gegen ihr inneres auf der Kreismuskelschicht ruhendes Ende hin (*e*).

Die Zellen stossen mit ihren Seiten nicht zusammen, sondern sind durch Intercellularräume (*e*), durch Lücken geschieden, welche mit einem vollständig durchsichtigen, kernlosen Protoplasma erfüllt sind. Da man die Zellen durch Zerfaserung nicht isoliren kann und ihnen eine Umhüllungshaut sicherlich abgeht, so muss man das Hypoderm des Regenwurmes für eine fortlaufende Protoplasmaschicht ansehen, welche derjenigen der Ascarisarten analog ist, aber von dieser sich durch eine deutlich ausgesprochene Neigung zur Bildung von cylinderförmigen Zellen unterscheidet. Die ursprünglich in dieser Grundschicht zerstreuten Kerne vereinigen sich ausschliesslich an den Stellen, wo Zellbildung stattfindet, und reichlicher noch, wie wir es erwähnt haben, in der Nähe der darunter liegenden Muskelschicht.

Diese Anordnung verleiht dem senkrechten Schnitte dieser Schicht einen netzartigen, in der Fig. 218 abgebildeten Bau, dessen Maschen nicht immer sehr regelmässig sind, weil die Punkte, wo das Protoplasma sich zu Zellen verdichtet, nicht gleich weit von einander abstehen.

Fig. 219.



Wagerechter Schnitt des Hypoderms von *Lumbricus*. *a*, Kerne; *b*, Kernhaufen; *c*, körnige Substanz; *d*, Hellräume.

Die Untersuchung von Horizontalschnitten des Hypoderms zeigt, dass sein Bau nicht so einfach ist als wie wir ihn soeben beschrieben haben. Von einem körnigen Grunde (*c*, Fig. 219), der zahlreiche Kerne (*a*) aufweist und in seiner Gesammtheit ein wabenartiges Aussehen darbietet, heben sich runde oder eiförmige mit Kernen erfüllte Massen (*b*) ab, die vielleicht Zellen entsprechen, welche in den tiefen Schichten des Hypoderms liegen. Immerhin scheint uns ihr drüsiger Bau nicht endgültig festgestellt zu sein. Zwischen diesen Haufen sieht man viel hellere kreisrunde Räume, deren Lage uns nicht gestattet, sie als Intercellularlücken zu betrachten. Das Hypoderm schliesst keine Gefässe ein.

Kreismuskeln. — Unter dem Hypoderm trifft man eine Schicht von Kreismuskelfasern (*f*, Fig. 218), die dicht an einander gelagert sind. Die Gesammtdicke dieser Schicht ist nur um Weniges beträchtlicher als diejenige der vorhergehenden Schicht. Sie schwankt übrigens je nach den Körpergegenden; sie wird namentlich gegen die beiden Enden hin

geringer. Die Fasern laufen parallel und werden von einer bedeutenden Anzahl winziger Fäserchen gebildet, die leicht zerzupft werden können und in der Regel zu Bändern gruppirt sind, deren Grenzen zu bestimmen unmöglich ist. Es fehlen ihnen eigene Kerne und die Gebilde dieser Art, die man hier und da zwischen den Bündeln wahrnimmt, scheinen der zwischen den Muskeln befindlichen Bindesubstanz anzugehören.

Gegen die Körpermitte hin ist die Schicht sehr dicht und regelmässig, die durch die Bindesubstanz mit einander vereinigten Bündel laufen parallel; gegen die Körperenden hin wird dagegen ihr Zusammenhang loser und die Grenze gegen die Schicht der darunterliegenden Längsmuskeln hin wird weniger deutlich. Ein Theil dieser letzteren dringt sogar in die zwischen den Kreismuskeln vorhandenen Lücken ein, so dass man sie auf Querschnitten mit diesen vermischt erblickt.

Die Schicht, mit der wir uns beschäftigen, wird von zahlreichen Blutgefässen durchzogen, deren Schlingen bis an die Grenzen des Hypoderms dringen und deren Schnitte je nach der Richtung, in welcher das Rasirmesser sie getroffen hat, sehr mannigfaltige Formen darbieten.

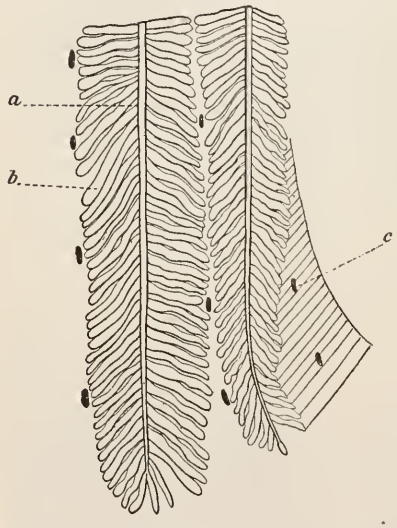
In dieser Schicht trifft man ebenfalls die Pigmentanhäufungen an, welche der Rückenfläche und den Seitenflächen des Wurmes ihre röthlichbraune oder violette Färbung verleihen. Eigentliche Pigmentzellen giebt es nicht, sondern das Pigment ist unregelmässig in Körnchen zwischen den Faserbündeln zerstreut. Gewöhnlich folgen diese körnigen Anhäufungen der Richtung der Fibrillen, aber an den Stellen, wo sie im Ueberfluss vorhanden sind, bilden sie mehr oder weniger verwickelte Netze.

Längsmuskeln. — Unter der Kreismuskelschicht befindet sich eine dickere Schicht von Längsmuskeln (*h*, Fig. 218). Aber während die erstere eine zusammenhängende Schicht bildet, ist die letztere längs der Insertionslinien der Borsten unterbrochen und auf diese Weise in vier Längsbänder getheilt, welche indessen gegen die Körperenden hin zusammenfliessen, wie dies auf unserer Fig. 228, *d* dargestellt ist. Diese Bänder haben nicht alle die gleichen Durchmesser. Das breiteste ist das Rückenband (*a*, Fig. 237), welches die ganze Rückenwölbung zwischen den oberen Borstenreihen einnimmt, aber da seine Dicke immer geringer als diejenige der Bauchmuskeln ist, so erklärt dies Verhalten, weshalb sich der Wurm auf die Bauchseite krümmt und einrollt, wenn man ihn im Alkohol tödtet.

Das Band der Längsbauchmuskeln (*c*, Fig. 237) breitet sich auf dem zwischen den Insertionslinien der inneren Bauchborsten befindlichen Raume aus. Seine Dicke schwankt bedeutend je nach der Grösse der Individuen; an grossen Exemplaren kann sie $^1/_2$ mm erreichen. Zwischen den Insertionslinien der Bauchborsten und denjenigen der Seitenborsten endlich dehnen sich die Längsseitenmuskeln aus (*b*, Fig. 237).

Der Bau dieser Längsmuskeln ist sehr bemerkenswerth; wir geben hier die ausgezeichnete Beschreibung, welche Ed. Claparède von ihnen geliefert hat, kurz wieder. Jedes Muskelband besteht aus einer gewissen Anzahl von Bündeln, die sich meistens über die ganze Länge des Thieres erstrecken und jedes Bündel wird selbst von zahlreichen Lamellen gebildet, deren Anordnung an Querschnitten studirt werden muss. Auf diesen letzteren besitzt jedes Bündel die Gestalt einer Vogelfeder (Fig. 218 und 220). In der Mitte befindet sich ein Plättchen, das der Axe der Feder entspricht, und auf welchem in schiefer Richtung secundäre Lamellen eingepflanzt sind, die dem Barte der Vogelfeder entsprechen. Jedes Nebenplättchen stellt den Schnitt eines sehr langen Bandes dar, dessen distaler Rand frei bleibt. Wenn man ein isolirtes Muskelbündel von der Seite anschaut, so erscheinen die freien Ränder der auf einander folgenden Seitenplättchen als ebenso viele parallele Streifen. Die Dicke eines jeden Bündels beträgt im Mittel 0,05 mm, diejenige eines jeden Plättchens ungefähr 2 Mikromillimeter (Claparède).

Fig. 220.



Querschnitt zweier Bündel der Längsmuskelschicht bei *Lumbricus* (nach Claparède). *a*, Mittelplättchen; *b*, Seitenplättchen; *c*, Kerne.

Die verschiedenen Bündel werden durch eine körnige Bindesubstanz, die keinen deutlichen Zellenbau aufweist, aber rundliche, unregelmässig zerstreute Kerne in sich schliesst, mit einander verbunden.

Jedes Bündel entsteht durch das Aneinanderfügen zweier symmetrischer Hälften (Fig. 220); das Mittelplättchen ist daher doppelt, wie man es an denjenigen Stellen, wo fremde Organe, wie z. B. Gefässe sich dazwischen schieben, wahrnehmen kann.

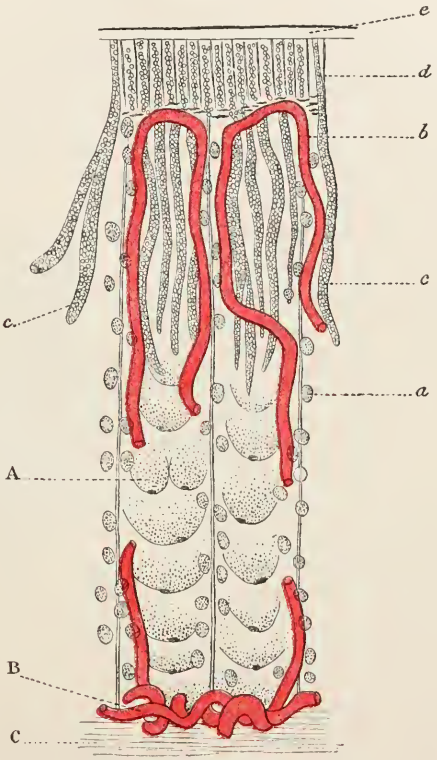
In dem vorderen Körpertheile des Wurmes, da, wo die Färbung am intensivsten auftritt, bleiben die Pigmentanhäufungen nicht in der Schicht der Kreismuskeln localisirt, sondern dringen in die Längsmuskeln ein, wo man sie zwischen den Mittelplättchen der Bündel des Rückenbandes bemerkt.

Gürtel oder *Clitellum*. — Das besondere Aussehen der Haut auf der Rücken- und Seitenfläche vom dreiunddreissigsten bis zum

siebenunddreissigsten Ringe ist durch eine eigenthümliche Structur bedingt.

Wir finden darin ausser den vier Schichten, welche wir vorhin beschrieben haben und von denen die letzte, die Schicht der Längsmuskeln, beträchtlich dünner wird, zwei zwischen das Hypoderm und die Kreismuskeln eingeschobene Schichten, welche Claparède sehr eingehend als Säulenschicht und Gefässschicht beschrieben hat.

Fig. 221.



Querschnitt des Clitellums bei *Lumbricus*, zwei Säulchen zeigend (nach Claparède). *A*, Säulenschicht; *B*, Gefässschicht; *C*, Kreismuskelschicht. *a*, Kerne der Säulenhülle; *b*, Gefässschleifen; *c*, Drüsenfortsätze; *d*, Hypoderm; *e*, Cuticula.

Zur Zeit der Fortpflanzung erreicht die erste dieser Schichten eine beträchtliche Dicke, bis zu 0,5 mm. Sie besteht aus zahlreichen, unregelmässig prismatischen Säulchen (*A*, Fig. 221), die senkrecht zur Axe des Thieres gestellt sind und mit ihren Enden einerseits an das Hypoderm, anderseits an die Gefässschicht stossen. Jedes Säulchen besteht aus einer mit rundlichen Kernen besetzten bindegewebigen

Hülle. Diese Kerne enthalten, in der Rückengegend wenigstens, zahlreiche Pigmentkörnchen. Die Hülle wird von Gefässschleifen (*b*, Fig. 221) durchzogen, die von der tiefen Schicht heraufkommen und wieder zu ihr hinabsteigen, nachdem sie sich um die Hülle der Säulchen herumgewunden haben. Die Innenseite dieser letzteren trägt hier und da Haufen körnigen Protoplasmas, von denen ein jeder mit einem runden Kern versehen ist.

In dem Inhalte der Säulchen lassen sich zweierlei Bildungen unterscheiden. An das Hypoderm schliessen sich körnige, blasse, der Axe des Säulchens parallel laufende Röhrchen an (*c*, Fig. 221), welche den wabenartigen Haufen des Hypoderms so sehr gleichen, dass Claparède geneigt ist, sie als Fortsetzungen derselben zu betrachten. Es ist wahrscheinlich, dass sie als Drüsen functioniren und zu der Absonderung der schleimigen Substanz, die dazu bestimmt ist, die Eier zu umhüllen, einen reichlichen Beitrag liefern. Der untere Theil der Säulchen schliesst einen homogenen oder feinkörnigen Inhalt ein, der durch dünne Scheidewände getheilt ist, auf welchen man das Vorhandensein sehr kleiner Kerne erkennen kann.

Die Gefässschicht wird von zahlreichen in einander verschlungenen Capillargefässen gebildet (*B*, Fig. 221).

Körperhöhle und Bau der Scheidewände. — Die Körperhöhle breitet sich zwischen der Innenseite der Körperdecken und dem Darmcanale aus; sie ist mit einer Perivisceralflüssigkeit erfüllt, in welcher körnige, kugelförmige Körperchen, die einen Kern enthalten und oft auch schöne, der Gattung *Plagiotoma* angehörenden Infusorien (*Plagiotoma lumbrici*) schwimmen. Sie wird durch eine Reihe von Querscheidewänden getheilt, die im Vordertheile des Körpers wenig deutlich sind, aber in der Mittelgegend vollständig werden. Daselbst erstrecken sie sich von dem Hautmuskelschlauch bis zur Darmwand und weisen nur an denjenigen Punkten, wo sie von anderen Organen durchsetzt werden, eine Unterbrechung in ihrem Zusammenhange auf. Diese Scheidewände theilen die Körperhöhle in ebenso viele Kammern als es Segmente giebt, aber da sie um die Nervenkette und um die Gefässstämme herum offene Stellen lassen, so stehen die Kammern mit einander in Verbindung und gestatten der Perivisceralflüssigkeit von einer Kammer in die andere zu gelangen (*n*, Fig. 229).

Ihrer Zusammensetzung nach bestehen sie wesentlich aus Muskeln. Die Muskelbündel bieten einen sehr wechselnden Verlauf dar; die einen sind strahlig angeordnet, die anderen verlaufen quer und lassen sich durch die Schicht der Längsmuskeln des Tegumentes hindurch bis zu derjenigen der Kreismuskeln verfolgen, wo sie in eine Spitze auslaufen. Der feinere Bau dieser Muskeln ist demjenigen der Kreismuskeln analog.

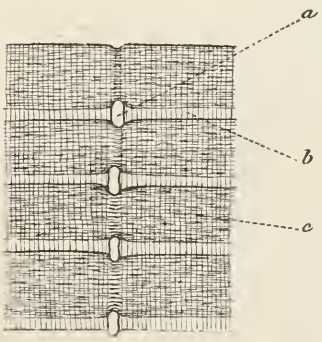
Die Muskeln der Scheidewände sind auf ihrer Vorder- und Hinterseite mit einer Bindegewebsschicht überzogen, welche auf die Körper-

wände übergeht und dieselben vollständig auskleidet; sie wird unmittelbar von der Perivisceralflüssigkeit bespült. Dieses Bindegewebe weist nur an gewissen Stellen eine deutliche Zellstructur auf; es ist lose, schliesst zahlreiche rundliche Kerne ein, um welche herum sich das Protoplasma concentrirt, und wird von einem Capillarnetze durchzogen; es setzt sich um die Innenorgane herum fort und vereinigt besonders die verschiedenen Schleifen der Segmentalcanäle mit einander. Dieses überall in der Körperhöhle verbreitete Gewebe ist von einigen Autoren als Peritoneum beschrieben worden.

In dem vorderen Theile des Körpers werden die Scheidewände durch sich kreuzende Faserbündel ersetzt, die ein Netzwerk mit weiten Maschen bilden, von welchem unsere Fig. 228, *c* einen Begriff giebt.

Rückenporen. — Die Körperhöhle ist unmittelbar mit der Aussenwelt durch die Mündungen der Segmentalorgane, von denen wir weiter unten sprechen werden, und durch die Rückenporen (Fig. 222) in Verbindung gesetzt. Man hat diesen Namen unpaaren, längs der Rückenmittellinie in der Zwischenfurche eines jeden Ringes, mit Ausnahme der vorderen Segmente, gelegenen Oeffnungen gegeben. Es sind einfache eirunde, trichterförmige Löcher, die durch die Tegumente in die Perivisceralhöhle führen. Sie sind auf wagerechten Schnitten leicht wahrzunehmen, sowie auch auf lebenden Würmern, die man mit Chloroform betäufelt. Während den Zusammenziehungen, welche der Betäubung vorausgehen, tritt eine gelbliche Flüssigkeit aus den Poren heraus. Es ist dies Perivisceralflüssigkeit, welche durch Theile, die sich von der äusseren Drüsenschicht des Darmcanales loslösten, gefärbt ist. Während des Lebens sind diese Poren geschlossen, können aber durch die Contractionen der Hautmuskeln geöffnet werden.

Fig. 222.

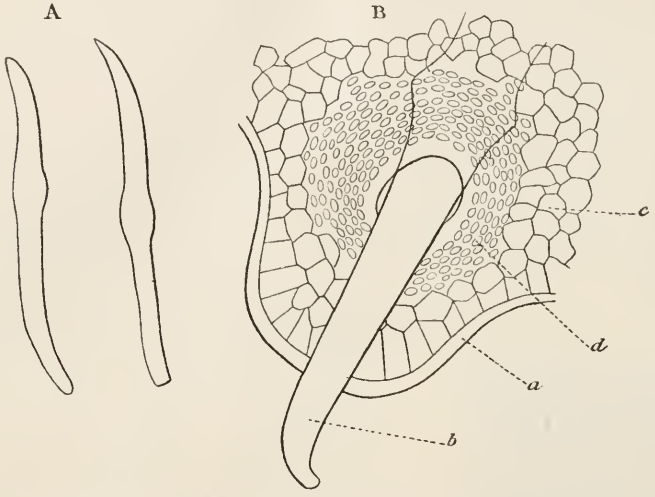


Fragment der Haut des Rückens von *Lumbricus* mit den Rückenporen. *a*, Poren; *b*, zwischen den Ringen gelegene Furchen; *c*, Ringe.

Borsten. — Die Borsten, acht an der Zahl auf jedem Segment, sind regelmässig hinter einander zu zweien gruppirt. Man kann als Bauchborsten die zwei der Mittellinie am nächsten stehenden Reihen unterscheiden und die weiter abstehenden Reihen Seitenborsten nennen. Sie werden gewöhnlich von kleinen, unter der Haut verborgenen Ersatzborsten begleitet. Die vollständig entwickelten Borsten sind in eine Einstülpung der Hautschichten (*B*, Fig. 223) gebettet; diese Einstülpung hat die Form eines kleinen cylindrischen

Sackes, dessen Boden in die Körperhöhle hineinragt. Die Cuticula verlängert sich um die Borsten herum und bildet für sie eine zusammenhängende Scheide. Der Boden des Sackes besteht aus Bindegewebe;

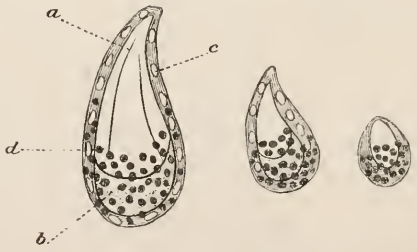
Fig. 223.



A, isolirte Borsten von *Lumbricus; B*, in die Haut eingepflanzte Borste; *a*, Cuticula; *b*, Borste; *c*, Hypoderm; *d*, Haufen von kleinen Kernen um den Porus der Borste herum.

das Hypoderm fehlt darin; es setzen sich daran Muskelbündel an, welche sich in der Schicht der Kreismuskeln verlieren und deren Thätigkeit die Borsten nach allen Richtungen hin bewegt.

Fig. 224.



In Bildung begriffene und noch nicht aus ihrer bindegewebigen Hülle herausgetretene Borsten. *a*, Spitze der jungen Borste; *b*, Protoplasmahaufen auf dem Boden des Sackes; *c*, Kerne der Bindegewebsscheide; *d*, Drüsenzellen.

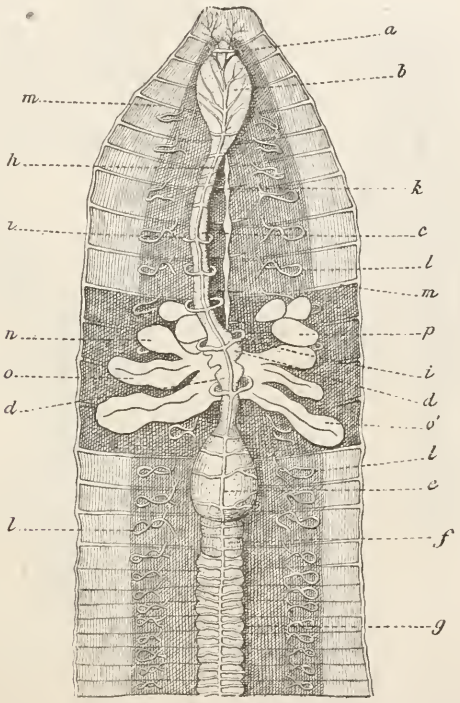
Jede Borste entsteht in einem geschlossenen in das subcutane Bindegewebe gelagerten Follikel (Fig. 224), der von zahlreichen Ker-

nen umgeben ist. Der Boden des Follikels trägt einen Protoplasmahaufen, dem gegenüber man die Spitze der in Bildung begriffenen Borste wahrnimmt.

Wir verweisen für die Beschreibung der Entwickelung der Borsten auf die Abhandlungen von Claparède und Ed. Perrier.

Die Borsten sind von chitinöser Beschaffenheit und gelblicher Farbe; sie haben die Gestalt eines länglichen, in der Mitte eine An-

Fig. 225.



Vorderes Körperende des Regenwurmes, längs der Rückenseite aufgeschnitten und auf der Bauchfläche ausgebreitet, die Organe sind in ihrer natürlichen Lage. *a*, Gehirn; *b*, Schlundkopf; *c*, Speiseröhre; *d*, Kalkdrüsen; *e*, Magen; *f*, Muskelmagen; *g*, Darm; *h*, dorsales Blutgefäss; *i*, pulsatile Gefässschleifen; *k*, Nervenkette; *l*, Segmentalorgane, auf der Figur schematisch gehalten; *m*, die zwischen den Ringen befindlichen Scheidewände, durchschnitten; *n*, vordere, *o*, mittlere, *o'*, hintere Anhänge der Samenblase; *p*, Samentaschen (auf der rechten Seite der Figur ist die vordere Samentasche in zwei getheilt).

schwellung tragenden *S* (*A*, Fig. 223). In den Ringen des Gürtels sind sie dünner und länger.

Nervensystem. — Das Gehirn des Regenwurmes besteht aus einem doppelten Oberschlundganglion, dessen beide Hälften längs der

Mittellinie vereinigt sind. Es liegt auf der Rückenseite des Darmcanales in dem dritten Segment, wo man es als eine kleine weisse Masse wahrnimmt (*a*, Fig. 225). Es ist, wie bei den übrigen Anneliden und bei den Arthropoden, durch eine doppelte Commissur mit einer Bauchganglienkette verbunden. Die beiden Hälften dieser ursprünglich doppelten Kette legen sich zu einem einzigen weisslichen Strang zusam-

Fig. 226.

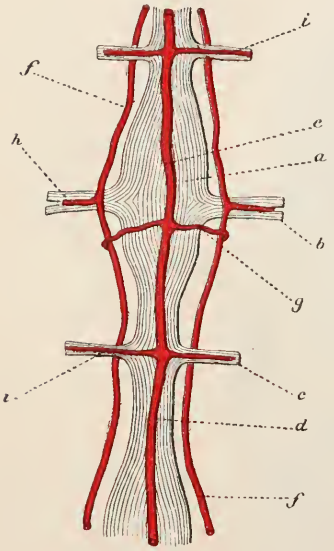


Fig. 227.

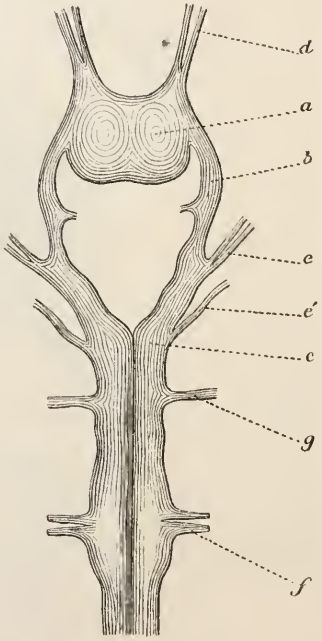


Fig. 226. — Ein Theil der Nervenkette von *Lumbricus*, mit den Hauptgefässstämmen von der Bauchseite aus gesehen. *a*, Ganglienanschwellung; *b*, vom Ganglion ausgehendes Nervenpaar; *c*, Zwischengangliennerven, die sich zu den Scheidewänden begeben; *d*, Connectiv zwischen zwei Anschwellungen; *e*, mittleres Nervengefäss; *f*, seitliche Nervengefässe; *g*, Anastomose zwischen dem mittleren Gefäss und den Seitengefässen; *h*, die Gangliennervenpaare begleitende Gefässe; *i*, die Nerven der Scheidewände begleitende Gefässe.

Fig. 227. — Das Gehirn und der Anfang der Ganglienkette von *Lumbricus*, nach einem Präparate in Canadabalsam. *a*, Gehirn; *b*, um die Speiseröhre herumgehende Commissur; *c*, unter dem Schlunde liegende Ganglienmasse; *d*, Gehirnnerven, die sich zum vorderen Körperende begeben; *ee'*, vom Unterschlundganglion ausgehende Nerven; *f*, von den Ganglien der Kette ausgehende Nervenpaare; *g*, Nerven der Scheidewände.

men, den man mit blossem Auge unter dem Darmcanale (*k*, Fig. 225) sieht. Dieser Strang schwillt in der Mitte eines jeden Ringes zu einem eirunden Knoten an, welcher zwei an ihrem Ausgangspunkte

innig mit einander vereinigte Nervenpaare (*b*, Fig. 226) zu den Körperwänden, den Muskeln und den Borstenscheiden entsendet. Diese Anschwellungen haben die Autoren unter dem Namen Ganglien beschrieben, in Wirklichkeit sind aber die Ganglienzellen darin nicht ausschliesslich localisirt. Von dem Zwischenraume zwischen je zwei Anschwellungen geht ebenfalls ein Nervenpaar aus, das sich direct zu der entsprechenden Scheidewand begiebt.

Das Gehirn sendet vorn zwei Paare symmetrischer Nerven aus (*d*, Fig. 227), welche sich im Kopflappen und in der Unterlippe verzweigen. Das erste Bauchganglion oder Unterschlundganglion, sowie die Commissuren des Schlundringes geben mehrere Nervenpaare ab, die man mittelst der Zergliederung nur schwierig verfolgen kann, die aber auf Querschnitten (*k*, Fig. 228) sehr schön sichtbar sind und sich auf die Bauchseite des vorderen Körperendes begeben.

Die Kette und die Nervenstämme bestehen aus Zellen und Fasern. Die ersteren sind oval oder birnförmig und besitzen nur einen Fortsatz, der sich nach innen wendet. Sie sind vorzüglich auf die Bauch- und Seitenfläche der Rindenschicht der Ganglien beschränkt und überziehen eine feinkörnige, von Faserbündeln durchzogene Marksubstanz. Man nimmt sie auf Quersehnitten sehr deutlich wahr. Im Gehirn sind sie auf der Rückenseite zu einer dicken Schicht angehäuft, werden aber auf der Bauchseite sehr selten oder verschwinden sogar vollständig (*g*, Fig. 228).

Ein bedeutender Unterschied zwischen der Ganglienkette des Wurmes und derjenigen der Arthropoden besteht darin, dass bei den meisten der letzteren die Nervenzellen nur in den Ganglien vorkommen, während bei ersterem sie über die ganze Länge der Kette zerstreut sind und in den eiförmigen Anschwellungen, von denen die Nerven ausgehen, nur etwas zahlreicher und dichter gedrängt stehen. Die Verbindungsstränge zwischen diesen Ansehwellungen sind mit Zellen überzogen.

Die Nervenzellen werden von einem körnigen Protoplasma gebildet, sie umschliessen einen runden Kern und ein Kernkörperchen. Was die Fasern anbetrifft, so sind sie derartig an einander geklebt, dass ihre Zerzupfung sehr mühevoll ist. Sie scheinen von ausserordentlich feinen Fäserchen mit welligem Verlaufe gebildet zu werden. Es ist uns nicht gelungen, die Art und Weise der Verbindung dieser Fäserchen mit den Zellen deutlich zu beobachten.

Die Nervenkette wird von einer bindegewebigen Scheide, dem Neurilemma, umgeben, das durch eine Muskellamelle in zwei Lagen geschieden wird. Die äussere, ziemlich lose Lage setzt sich aus polygonalen Zellen zusammen, die Claparède beschrieben hat. Die Umrisse dieser Zellen sind schwierig zu unterscheiden, während dagegen ihr eirunder Kern sich in Carmin lebhaft färbt. Diese Lage scheint

sich allein auf die von der Bauchkette ausgehenden peripherischen Nerven fortzusetzen.

Die Muskellamelle ist aus Bündeln von Längsfasern gebildet, die den Fasern der Ringschicht der Körpermuskeln ähnlich sind, und zwischen welche Bindegewebe tritt. Sie ist offenbar dazu bestimmt, das Falten der Nervenkette bei der Körpercontraction zu verhüten.

Die innere Lage ist sehr dünn, homogen und besitzt nur unregelmässig vertheilte Kerne. Sie biegt sich auf der Mittellinie ein und bildet die Scheidewand, welche die Nervenkette in zwei Längsstränge trennt.

Längs der Rückenfläche des inneren Neurilemmas und auf dem ganzen Verlaufe der Nervenkette sieht man drei lange unverzweigte Fasern, welche Leydig unter der Bezeichnung „riesige Röhrenfasern" beschrieben hat. Die mittlere ist die dickste. Sie scheinen von mehreren über einander liegenden Scheiden umgeben zu sein; ihr Inhalt ist sehr lichtbrechend. Ihre Beschaffenheit scheint uns noch nicht aufgehellt und wir verweisen für die Einzelheiten ihres histologischen Baues auf die Abhandlung von Claparède.

Wir werden weiter unten auf die Verzweigung der Gefässe der Nervenkette näher eingehen.

Endlich hat man unter dem Namen „sympathisches oder Schlundgeflecht" zwei Nerven beschrieben, die an der Innenseite der Schlundcommissuren (*b*, Fig. 227) entspringen, sich zum Schlundkopfe begeben und in die Tiefe seiner Wände eindringen, woselbst sie sich wahrscheinlich mit einem Ganglicngeflecht vereinigen, das von den Zoologen verschieden beschrieben wird und dessen Existenz nur durch auf Querschnitten des Organes sichtbare Zellen enthüllt wird. Es ist zu zart, um durch Präparation in seiner Gesammtheit dargestellt werden zu können. Dürfen wir in diesem Schlundgeflechte die erste Anlage eines eigentlichen sympathischen Nervensystemes erblicken? Wir sind nicht im Stande, diese Frage gegenwärtig für die Art, die uns beschäftigt, zu entscheiden.

Sinnesorgane sind bei dem Regenwurme nicht bekannt. Die genaueste Untersuchung der Schnitte des Körperendes lässt uns weder Augen, noch Gehörbläschen, noch einen Geruchsapparat erkennen. Und doch weiss man durch vielfache Experimente, dass das Thier in einem gewissen Maasse für das Licht und für Gerüche empfindlich ist. Man weiss auch, dass der Tastsinn bei ihm über den ganzen Körper, hauptsächlich aber am Vorderende entwickelt ist.

Verdauungssystem. — Der Verdauungscanal erstreckt sich in gerader Linie von einem Körperende zum anderen und endigt in zwei Oeffnungen, in dem bauchständigen, im ersten Ringe unter dem Peristom sich öffnenden Mund, und im After, der auf dem letzten Ringe liegt. Er enthält gewöhnlich Pflanzenerde, deren Humus zur Ernäh-

rung des Thieres dient. Er ist abwechslungsweise bei den segmentären Scheidewänden verengt und in der Höhlung eines jeden Ringes verbreitert. Man kann an ihm auf den ersten Blick hin die folgenden Gegenden unterscheiden:

Die Mundgegend, auf welche der eiförmige, muskulöse Schlundkopf folgt (*b*, Fig. 225); die lange und dünne Speiseröhre (*c*), die bis in das 13. Segment reicht und in ihrem hinteren Theile drei Paar Wülste, die Morren'schen oder Kalkdrüsen (*d*) trägt; den Magen (*e*), der nur eine Ausweitung der Speiseröhre ist; den Muskelmagen (*f*), der schmäler ist und Muskelwände besitzt; endlich den eigentlichen Darm (*g*), der sich bis zum Körperende fortsetzt und auf seiner Rückenseite eine rinnenförmige Einstülpung, die Typhlosolis, trägt, welche im 18. Ringe beginnt.

Wenn man das Thier auf die beschriebene Art öffnet, so findet man die Gegend der Kalkdrüsen durch die Anhänge der Samenblasen (*nop*, Fig. 225), welche sich um sie herumschlingen, verdeckt. Um die verschiedenen Theile des Darmcanales getrennt untersuchen zu können, muss man die Scheidewände, welche sich an seiner Wand ansetzen, ablösen, ihn vor dem Schlundkopf und vor dem After quer durchschneiden und ihn langsam mittelst einer Pincette ausziehen. Die Abschnitte, deren histologischen Bau man feststellen will, werden der Länge nach aufgeschnitten, gut ausgewaschen, auf einer Glasplatte ausgebreitet und dann mit Osmiumsäure oder anderen Reagentien behandelt.

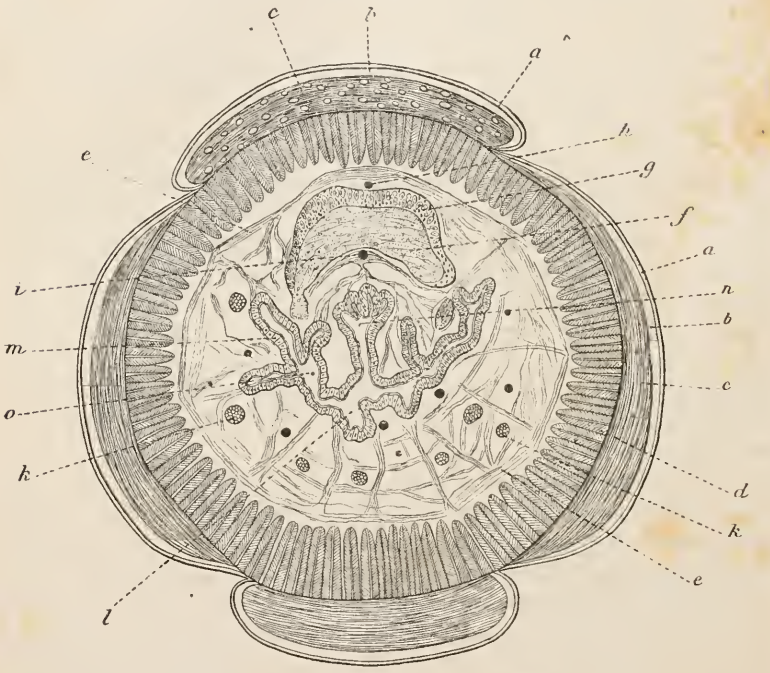
Die Mundhöhle bietet sich auf Querschnitten als eine breite, mit Epithelialzellen ausgekleidete Spalte dar (*l*, Fig. 228, a. f. S.). An ihre dünne, stark gefaltete und von zahlreichen Blutgefässen umhüllte Wand setzen sich Muskelbündel an, die mit ihrem anderen Ende an der Körperwand sich befestigen. Diese Muskeln haben offenbar die Bestimmung, die Höhle zu erweitern und so das Saugen zu erleichtern. Beim dritten Ringe und beim Gehirne, d. h. an der Stelle, wo die Mundgegend in den Schlundkopf übergeht, ist die Zahl der Falten der Schleimhaut sehr ansehnlich, wie es die Figur zeigt. Man kann fast immer darunter drei Hauptfalten unterscheiden, eine mittlere gegen das Gehirn gekehrte (*n*) und zwei seitliche (*o*).

Der Schlundkopf, in welchen die Mundhöhle führt, zeichnet sich durch seine eiförmige Gestalt und die beträchtliche Dicke seiner wesentlich aus Muskeln bestehenden Wände aus. Diese begrenzen eine verhältnissmässig kleine Höhlung, welche auf die Bauchseite gedrängt ist und deren faltige Umrisse je nach der Stelle, wo der Querschnitt durchgeht, ihr Aussehen wechseln. Diese Anordnung bringt es mit sich, dass die Dicke der Wände auf der Rückenfläche und den Seitenflächen des Schlundkopfes um Vieles beträchtlicher ist als auf der Bauchseite, vorzüglich in seiner hinteren Gegend. Von innen nach

anssen trifft man in diesen Wänden eine fein gestreifte Cuticula, dann eine aus langen Cylinderzellen zusammengesetzte Epithelialschicht und schliesslich eine vielfach verfilzte Muskelschicht, in der man zahlreiche Blutgefässe wahrnimmt, welche besonders in der Nähe der Epithelialschicht ein reiches Capillarnetz bilden.

Man sieht ausserdem zwischen den Muskelfasern regellos zerstreute Zellen von undeutlichen Umrissen, die aus einem körnigen, helle

Fig. 228.

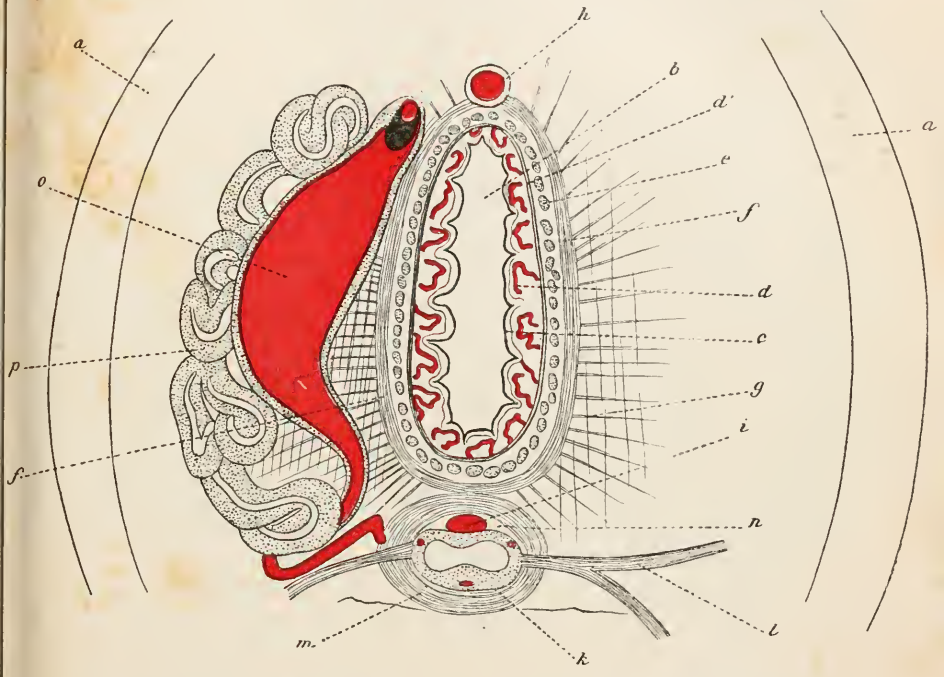


Querschnitt des Regenwurmes, durch das Gehirn und die Mundhöhle. *a*, Cutieula; *b*, Hypoderm; *c*, Schicht der Ringmuskeln; *d*, Schicht der Längsmuskeln; *e*, Muskelbündel des Parenchyms; *f*, Gehirn; *g*, Rindenzellenschicht des Gehirnes; *h*, *i*, Lumina der von der Verzweigung des Rückengefässes herrührenden Gefässäste; *k*, Durchschnitte der Nervenzweige, welche vom Unterschlundganglion ausgehen und sich zum vorderen Körperende begeben; *l*, Mundhöhle; *m*, die Mundhöhle auskleidendes Cylinderepithel; *n*, Rückenfalte der Mundschleimhaut; *o*, Seitenfalten der nämlichen Schleimhaut. Oben und unten sieht man auf der Figur die angeschnittenen Körperdecken des nachfolgenden Ringes, der sich theilweise über den das Gehirn einschliessenden legt.

kugelige Kerne mit Kernkörperchen einschliessenden Protoplasma gebildet sind. Die Deutung dieser Zellen als Speicheldrüsen ist von Claparède, der auf ihre Aehnlichkeit mit Nervenzellen Gewicht legt, in Zweifel gezogen worden; sie würden in diesem Falle einen Theil

des sogenannten sympathischen Nervensystemes, von welchem wir oben gesprochen haben, ausmachen. Sie gleichen indessen den einzelligen, in der gleichen Körperregion bei anderen Thieren verbreiteten Drüsen, und obgleich es uns nicht gelungen ist, Ausführungscanäle zu entdecken, halten wir es nicht für unmöglich, dass sie die schleimige

Fig. 229.



Querschnitt des Regenwurmes durch die Speiseröhre; einzig der centrale Theil ist ausgeführt (nach Claparède). *a*, Körperdecken; *b*, seitlich zusammengedrückte Höhle der Speiseröhre; *c*, Epithelialschicht der Schlundwand; *d*, Gefässschicht; *d'*, Ringmuskelschicht; *e*, Längsmuskelschicht; *f*, Muskeln der Scheidewand, die einen Sphincter um die Speiseröhre bilden; *g*, Muskelnetz der Zwischenringscheidewand; *h*, Rückengefäss; *i*, Bauchgefäss; *k*, Nervenganglion; *l*, vom Ganglion ausgehende Nerven; *m*, die Nervenkette umgebender Schliessmuskel; *n*, Lücke der Scheidewand um die Nervenkette herum, durch welche Lücke die Perivisceralflüssigkeit von einem Segmente ins andere gelangen kann; *o*, Seitenherz, Erweiterung der Gefässschlinge, welche das Rückengefäss mit dem Bauchgefässe verbindet; *p*, Schleifen des Segmentalorganes.

Substanz absondern, mittelst welcher der Wurm seine Nahrungsstoffe durchfeuchtet.

Der Schlundkopf wird durch Muskelbündel, welche es gestatten, ihn im Augenblicke des Verschlingens vorzustossen, an die Körper-

wände befestigt; er wird von einer Muskelhaut von gleicher Beschaffenheit wie diejenige, welche die Scheidewände zwischen den Ringen bildet, umzogen.

Hinten verengert er sich und setzt sich in die Speiseröhre fort, deren Höhlung, wenn sie leer ist, durch die umgebenden Geschlechtsorgane seitlich zusammengedrückt wird. Man erkennt sie sofort an dem Umstande, dass um sie herum die ausgedehnten contractilen Gefässschleifen sich vorfinden, welche die Rolle von Herzen spielen (*o*, Fig. 229). Ihre dünnen und durchsichtigen Wände werden von vier von Claparède sehr gut beschriebenen Schichten gebildet, von einem Zellepithelium, einer Gefässschicht, einer Ringmuskelschicht und von einer Schicht von Längsmuskeln, die in Allem denjenigen des Darmes gleichen.

Nach hinten zu verengert sich das Lumen der Speiseröhre beträchtlich; hier befinden sich drei Paare von Wülsten, die symmetrisch in dem elften und zwölften Segmente gelegen, unter dem Namen „Kalkdrüsen" bekannt sind und die wir mit Edm. Perrier die Morren'schen Drüsen (*d*, Fig. 225) nennen wollen, um nicht im Voraus auf ihre physiologische Function, welche unbekannt ist, schliessen zu lassen. Es sind Follikeldrüsen, die zwischen die Gefässschicht und die Muskelschichten der mit zahlreichen Blutgefässen versorgten Speiseröhrenwand eingeschoben sind; sie sondern Concretionen von kohlensaurem Kalk ab, die unter der Einwirkung von Säuren aufbrausen. Diese Concretionen nehmen nur in dem ersten Drüsenpaare eine rhomboëdrische Gestalt an, in den anderen haben sie eine kugelige Form und sehen wie Tröpfchen einer Kalkemulsion aus (Edm. Perrier).

Ihre Function, haben wir gesagt, ist ungenügend bekannt. Claparède glaubt, dass ihre Concretionen, indem sie in den Muskelmagen herabgelangen, die Zerreibung der Nahrungsmittel erleichtern helfen. Darwin glaubt, dass sie einerseits dazu dienen, den bei der Verdauung der Blätter, von denen der Wurm sich nährt, absorbirten kohlensauren Kalk auszuscheiden, andererseits die organischen Säuren, welche sich im Humus und bei der Gährung aller Pflanzenstoffe entwickeln, zu neutralisiren. Nach Perrier ist ihre Rolle in jedem Falle eine rein chemische.

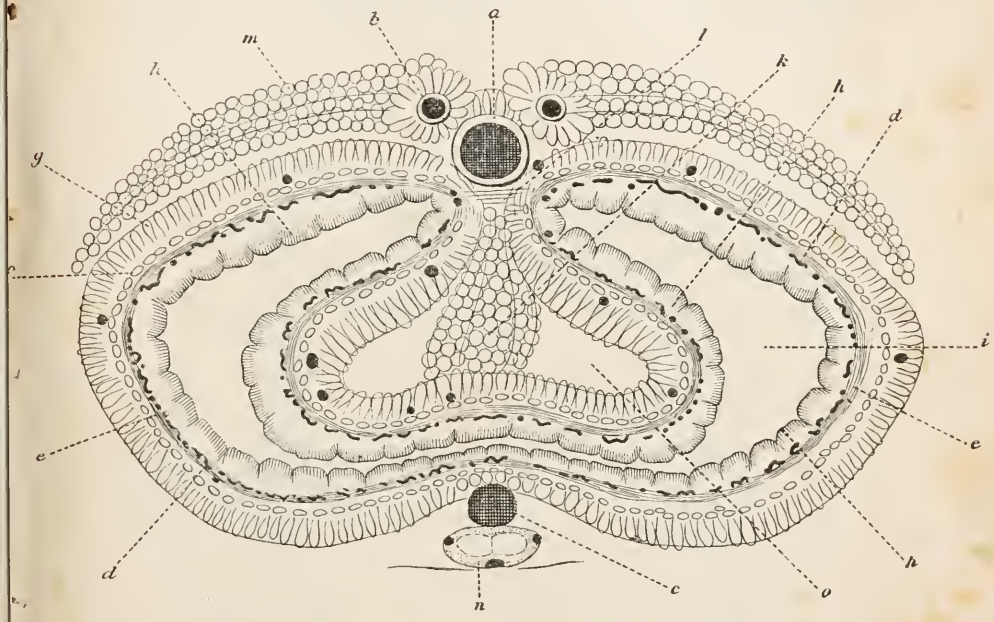
Von der Speiseröhre bis zum Magen einschliesslich treten keine Veränderungen in der histologischen Structur ein; wir können daher den letzteren als eine einfache birnförmige, nach hinten abgestutzte Erweiterung der Speiseröhre betrachten, in welcher Erweiterung die Nahrungsstoffe verweilen, bevor sie in den Muskelmagen treten.

Der Muskelmagen (*f*, Fig. 225) ist kaum breiter als der Darm, der auf ihn folgt, aber er unterscheidet sich von ihm durch sein dunkleres Aussehen und durch die grosse Dicke seiner Wände, welche von der übermässigen Entwickelung der beiden Muskelschichten her-

rührt. Er wird von zahlreichen Blutgefässen überzogen und durch die mächtigen Zusammenziehungen seiner Wände erhalten die Nahrungsstoffe ihre letzte Zubereitung, bevor sie in den eigentlichen Darm treten.

Dieser letztere (Fig. 230) sticht sofort durch seine lebhafte grünlich gelbe, vom Roth der Blutgefässe punktirte Farbe und durch seine queren Einschnürungen bei jeder intersegmentären Scheidewand in die

Fig. 230.

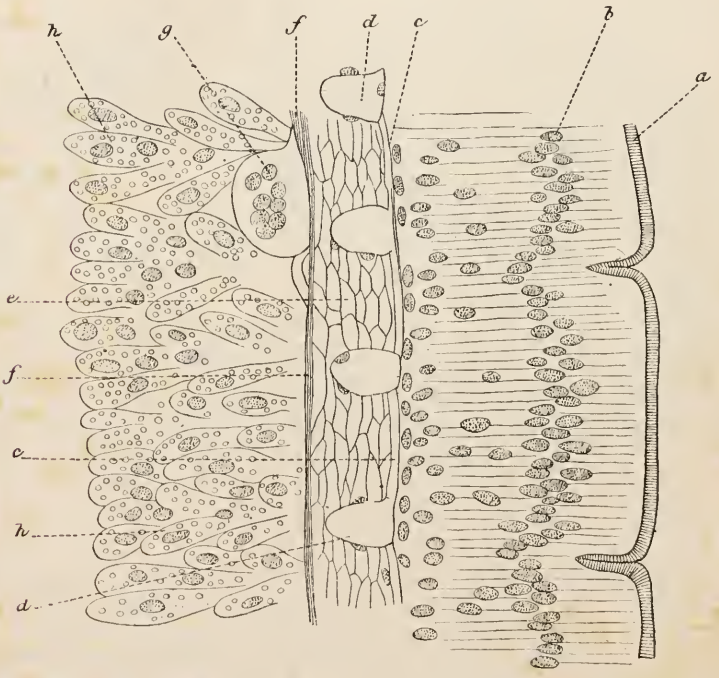


Querschnitt des Darmes mit der Typhlosolis vom Regenwurm (nach Claparéde). *a*, Rückengefäss; *b*, Durchschnitt der Gefässschlingen, welche das Rücken- mit dem Bauchgefäss *c* verbinden (die Figur stellt sich deshalb so dar, weil der Schnitt nicht genau durch die Abgangsstelle dieser Schlingen geht); *c*, Bauchgefäss; *d*, Gefässschicht der Darmwand; *e*, Ringmuskelschicht; *f*, Längsmuskelschicht; *g*, Schicht der gefärbten Zellen (Chloragogenschicht); *h*, Epithelialschicht; *i*, Darmhöhle; *k*, in die Höhle der Typhlosolis hinabsteigendes grosses Blutgefäss; *l*, Quermuskeln auf der Einstülpung der Typhlosolis; *m*, Chloragogenzellen, welche die Gefässschlingen umhüllen; *n*, Nervenkette; *o*, Höhle der Typhlosolis.

Augen. Er unterscheidet sich auch von dem übrigen Verdauungscanal durch die unter der Bezeichnung Typhlosolis (*o*, Fig. 230) bekannte rinnenförmige Einschnürung auf der Rückseite. Dieses letztere Organ, welches zu sehr verschiedenen Deutungen Anlass gegeben hat, bietet sich auf Querschnitten als ein kleiner, in den Hauptdarm eingeschlossener Nebendarm dar; in Wirklichkeit ist es nur eine längs der Rückenwand

des Darmes hinziehende mediane Einstülpungsfalte. Die Lippen dieser Falte vereinigen sich auf ihrer Scheitellinie mit einander, ohne vollständig zu verschmelzen, aber die Falte selbst ist gänzlich durch eine quere Muskelscheidewand (*e*, Fig. 230) von der Körperhöhle abgeschlossen. Durch diese Anordnung entsteht eine Röhre, deren Aussenwand, welche in die Darmhöhle taucht, von dem Verdauungsepithelium überzogen wird und deren Inneres, in welches die Nahrungsstoffe nicht dringen können, den Bau und die Färbung der Aussenwand des übrigen Darmes darbietet. Die verdauende Oberfläche des Darmes wird so be-

Fig. 231.



Längsschnitt der Darmwand von *Lumbricus*. Vergr. 440 (nach Claparède). *a*, Cuticula; *b*, Cylinderepithel mit ovalen Kernen; *c*, Gefässschicht; *d*, Ringgefässe der Gefässschicht, durchschnitten; *e*, Ringmuskelschicht; *f*, Längsmuskeln; *g*, Kerne einschliessende Gefässerweiterung; *h*, Schicht der Chloragogenzellen.

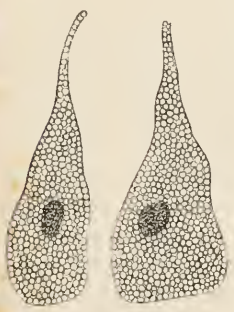
trächtlich vergrössert, besonders in der vorderen Gegend des Darmcanales, wo die Typhlosolis zahlreiche Längsfalten aufweist, welche allmählich einfacher werden und sich verwischen, je weiter nach hinten gelegte Schnitte man untersucht. In dem mittleren Theile des Darmes bietet die Typhlosolis einen annähernd cylindrischen, in der Fig. 230 abgebildeten Durchschnitt dar.

Das Rückengefäss giebt mit zahlreichen Chloragogenzellen bekleidete Zweige ab, die in die Höhlung der Typhlosolis hinabgehen.

Das Darmepithelium (*h*, Fig. 230 und *b*, Fig. 231) wird von mehreren Schichten von Cylinderzellen gebildet, die kugelige oder eirunde Kerne einschliessen. Es wird innen von einer sehr dünnen, fein gestreiften Cuticula (*a*, Fig. 231) und aussen von der Gefässschicht, wie Leydig sie nennt, überzogen. Diese Schicht wird von zahlreichen Ringgefässen gebildet, welche dicht an einander gedrängt in genau paralleler Richtung verlaufen und durch feinere Aestchen unter sich in Verbindung stehen. Aussen von dieser Schicht befindet sich diejenige der Ringmuskeln, deren Dicke je nach den Stellen, welche man untersucht, wechselt und auf welche die immer dünnere Schicht der Längsmuskeln (*e*, *f*, Fig. 231) folgt.

Der Darm erhält sein besonderes Ansehen und seine eigenthümliche Färbung durch die dicke Schicht grünlicher oder gelblicher Zellen, welche seine Aussenseite bekleiden und die man häufig beschädigt, wenn man den Wurm aufschneidet. Diese eirunden oder birnförmigen Zellen (*h*, Fig. 231 und Fig. 232), welche nicht allein den Darm, sondern auch das Rückengefäss und die Zweige, die von ihm abgehen, überziehen, weisen immer ein fein ausgezogenes Ende auf; sie sind mit Körnchen von genau kreisrunden Umrissen erfüllt und schliessen überdies einen eirunden Kern ein, der schwierig wahrzunehmen ist, weil er von den Körnchen verdeckt wird. Es sind dies die Zellen, welche man unter den Bezeichnungen Leberzellen, Chloragogenzellen u. s. w. beschrieben hat. Sie sondern eine gelbe oder grünlich-gelbe alkalische Flüssigkeit ab, welcher wahrscheinlich die verdauende Thätigkeit zuzuschreiben ist, die Frédéricq im Darme der Regenwürmer nachgewiesen hat und welche diese Flüssigkeit dem Bauchspeichelsafte der höheren Thiere nähern würde. Indessen ist ihre Bedeutung als Darmdrüsen von Claparède in Zweifel gezogen worden, der aus der Vergleichung, welche er an einer grossen Anzahl von Oligochaeten angestellt hat, und besonders aus ihrer constanten Lage um die Gefässstämme herum den Schluss gezogen hat, dass sie einfach ihren Inhalt in die Perivisceralhöhle ergiessen, nachdem sie sich gewisse Elemente des Blutes angeeignet haben.

Fig. 232.



Zwei Chloragogenzellen, Vergr. 800, ihre kugeligen Körnchen und ihre eiförmigen Kerne zeigend.

Gefässsystem. — Das sehr complicirte Gefässsystem des Regenwurmes ist in seinen Einzelheiten noch nicht in befriedigender Weise studirt worden. Wir werden hier von ihm nur eine kurzgefasste Beschreibung geben, indem wir nur die Hauptstämme und ihre wichtig-

sten Verzweigungen vorführen; die Angaben der Autoren sind so widersprechend und die Beobachtungen der Detailpunkte so schwierig, dass neue, erschöpfende Beobachtungen nöthig sind, um die Circulation in ihrer Gesammtheit zu begreifen.

Die grossen Stämme verlaufen der Länge nach und sind unter sich durch Querschlingen nach einem allgemeinen Typus, der allen Anneliden gemeinsam zu sein scheint, verbunden. Die von den Stämmen ausgehenden Gefässe verzweigen sich meistens ins Unendliche und indem sie mit ihren äussersten Zweigen anastomosiren, bilden sie um die verschiedenen Organe, die Tegumente und besonders um die Darmwände herum äusserst verwickelte Capillarnetze.

Dank der rothen Färbung des Blutes kann sein Umlauf unmittelbar an passend zusammengedrückten jungen Individuen oder an sorgfältig ausgebreiteten Organen oder Organtheilen studirt werden. Der schwache Durchmesser der Gefässe und ihre Contractilität machen Einspritzungen sehr schwierig. Es gelingt indessen mittelst sehr feiner Glasröhrchen, lösliches Berlinerblau einzuspritzen, welches, nachdem es in das Capillarnetz eingedrungen ist, darin genügend haften bleibt, um die Herstellung lehrreicher Präparate zu ermöglichen. Die Einspritzung gelingt besonders bei den seit einiger Zeit todten Individuen, deren Gefässe die Contractilität vollständig verloren haben. Um das Capillarnetz des Darmes zu studiren, kann man auch das von Edm. Perrier empfohlene Verfahren befolgen. Man taucht den chloroformirten Wurm in eine schwache Lösung von Chromsäure, welche die Hauptgefässe zusammenzieht und das Blut, welches sie enthalten, in die tiefen Theile und besonders in den Darm treibt, der so vollkommen injicirt wird. Da die Säure langsam in das Thier eindringt, erreicht sie schliesslich das Darmnetz, coagulirt das Blut, welches durch die Zusammenziehung der oberflächlichen Schichten angehäuft wurde und nun nicht mehr zurück kann, und macht auf diese Weise die Einspritzung zu einer dauernden.

Es genügt alsdann mittelst eines kleinen Pinsels oder eines passend geleiteten Wasserstrahles die Schicht der Chloragogenzellen zu entfernen und nachdem man den Darm aufgeschnitten hat, ihn auf einer Glasplatte auszubreiten, um schöne Ansichten von seinem Capillarnetze zu erhalten.

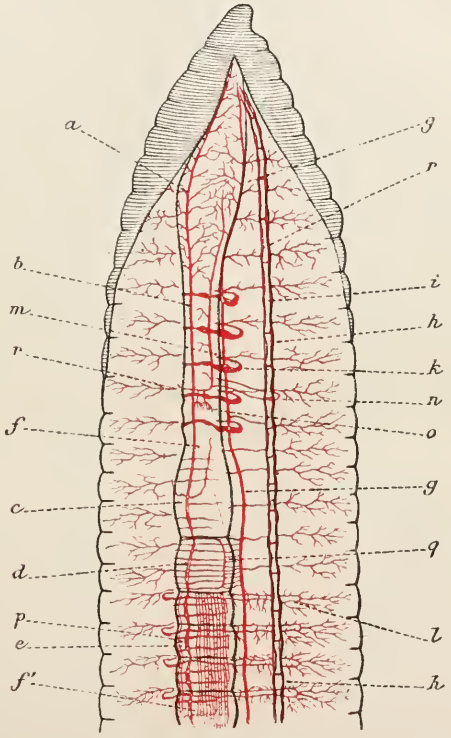
Die drei hauptsächlichsten Gefässstämme sind:

Das Rückengefäss (*ff'*, Fig. 233), welches ganz gerade auf der Mittellinie der Rückenseite des Darmes hinläuft. Dieses Gefäss treibt durch seine Zusammenziehungen das Blut von hinten nach vorn. Es ist regelmässig cylindrisch auf dem vorderen Theile des Verdauungsrohres, in der Gegend des eigentlichen Darmes aber ist es abwechselnd in jedem Segment (*f'*) zu cylindrischen Ampullen erweitert und bei jeder Scheidewand verengert. Es verdünnt sich an seinem Vorderende

und theilt sich in zwei Aeste, indem es in die Gegend des Schlundkopfes zahlreiche Seitenzweige aussendet.

Das Bauchgefäss (*g*, Fig. 233) verläuft auf der Bauchseite des Darmes; es liegt dem Verdauungsrohre nicht an, wie das vorhergehende, sondern es schwebt frei in der Körperhöhle zwischen dem Darm und der Nervenkette. Es ist bei den Scheidewänden nicht eingeschnürt,

Fig. 233.



Gefässsystem des Regenwurmes im vorderen Körpertheile. Der eingespritzte Wurm ist auf der rechten Seite aufgeschnitten. Der Deutlichkeit der Figur wegen hat man sie theilweise schematisch halten müssen; besonders das Unternervengefäss ist gewöhnlich nicht soweit vom Bauchgefäss entfernt, als man es hier dargestellt hat. *a*, Schlundkopf; *b*, Schlund; *c*, Magen; *d*, Muskelmagen; *e*, eigentlicher Darm; *f*, Rückengefäss; *f'*, cylindrische Ampullen des Rückengefässes in der Darmgegend; *g*, Bauchgefäss; *h*, Unternervengefäss; *i*, rechtes Seitennervengefäss; *k*, Seitenherzen; *l*, dorsale Unternervenschlingen; *m*, von dem Rückengefäss in der Schlundgegend abgehender Hautdarmast; *n*, Schlingen, welche die Hautdarmgefässe mit dem Unternervengefäss vereinigen; *o*, auf den Morren'schen Drüsen sich ausbreitende kammförmige Aestchen; *p*, Seitenäste, die vom Rückengefässe ausgehen und sich auf dem Darme verzweigen, um darauf ein Netz mit rechtwinkeligen Maschen zu bilden; *q*, ventraler Längsast, in welchen die Zweige des Rückengefässes auf dem Schlundkopfe münden.

nicht contractil und das Blut circulirt darin von vorn nach hinten. Sein Verlauf ist nur dann geschlängelt, wenn der Wurm sich zusammengezogen hat. Es setzt sich beim Unterschlundganglion aus zwei Aesten zusammen, verläuft dann in gerader Linie bis zum Hinterende des Körpers und erhält auf dem Schlundkopf Seitenzweige, deren äusserste Verzweigungen mit den entsprechenden Verzweigungen des Rückengefässes anastomosiren. Eine ähnliche Anordnung scheint diese beiden Gefässe im hinteren Körpertheile zu verbinden.

Das Unternervengefäss (*h*, Fig. 233) ist von kleinerem Durchmesser als die vorhergehenden, es ist auch in Folge seiner Lage schwer wahrzunehmen. Es läuft längs der Bauchseite der Nervenkette hin, mit welcher es durch das Neurilemma verbunden ist. Es wird von zwei unter den Seiten der Kette gelegenen feinen Gefässen, den Seitennervengefässen (*i*, Fig. 233 und *f*, Fig. 226) begleitet. Diese letzteren sind mit dem Unternervengefässe bei jeder Ganglienanschwellung durch kurze, unter der Nervenkette durchgehende Anastomosen (*g*, Fig. 226) in Verbindung gesetzt. Sie senden Seitenäste, welche den Doppelnerven, die sich zu den Körperwänden begeben (*b*, *h*, Fig. 226), folgen, und wahrscheinlich auch Aestchen aus, welche in die Nervenzellenschicht tauchen und diese letztere ernähren. Das Unternervengefäss giebt auch Seitenzweige ab, welche sich zu den einfachen Nerven der Scheidewände (*i*, Fig. 226) begeben. Wir haben die Verzweigungen dieses Gefässes an beiden Körperenden nicht beobachtet.

Jetzt, da wir die Hauptstämme kennen, wollen wir sehen, wie sie unter sich in Verbindung stehen.

Das Rückengefäss steht direct mit dem Bauchgefässe durch fünf Paar Seitenschlingen (*k*, Fig. 233) in Verbindung, welche den Darm bei den Geschlechtsringen umziehen und in Folge ihrer Zusammenziehbarkeit als Seitenherzen bezeichnet werden. Diese Herzen bieten bisweilen, aber nicht immer, ein durch eine Reihe von Anschwellungen und Einschnürungen hervorgebrachtes perlschnurartiges Aussehen dar und so werden sie auch von einigen Autoren abgebildet; wir haben sie indessen weit öfter an dem Rückengefäss durch ein feines cylindrisches Canälchen beginnen sehen, welches sich in eine kleine Ampulle ausweitet, sich von Neuem verengert, darauf noch einmal zu einer zweiten eirunden Ampulle (*o*, Fig. 229) anschwillt und in ein Canälchen endigt, welches ins Bauchgefäss mündet, wie wir es auf unserer Fig. 233 dargestellt haben. Man begreift übrigens, dass der Anblick dieser Canäle je nach der Behandlung, der man das Thier unterzogen hat, wechseln kann.

Die Seitenherzen geben nur einen Nebenast ab, von welchem wir bald zu reden haben werden. Das Blut, welches in die Seitenherzen eintritt, geht somit fast gänzlich in das Bauchgefäss, aber ein Theil des in dem Rückengefässe enthaltenen Blutes setzt seinen Weg über

die Gegend der Herzen fort, ohne in diese letzteren einzutreten und erreicht das Bauchgefäss, vielleicht auch das Unternervengefäss nur mittelst der Anastomosen, welche in der Schlundkopfgegend zwischen den Aestchen dieser verschiedenen Gefässe existiren.

Hinter der Gegend der Herzen auf dem Magen und dem Schlundkopfe (*c, d*, Fig. 233) giebt das Rückengefäss Seitenzweige ab, welche unmittelbar auf dem Magen sich zu äusserst feinen Aesten verzweigen, während sie auf dem Schlundkopfe einander parallel laufen, um sich auf der Bauchfläche zu einer Längsanastomose (*o*) zu vereinigen, welche Aeste des Bauchgefässes aufnimmt.

In jedem Segment der Darmgegend sendet das Rückengefäss drei Paar Aeste aus, von denen der erste oder vordere (*e*), dessen Länge wir übertrieben haben, indem unsere Fig. 233 schematisch gehalten ist, um den Darm herumgeht und sich zum Unternervengefäss begiebt, nachdem er den Körperdecken mehrere Nebenäste zugesendet hat, während die beiden hinteren Aeste (*p*) am Darme selbst ein zierliches rechteckiges Netz bilden, von dem unsere Figur nur eine annähernde Idee zu geben vermag. Das Rückengefäss wird also durch den ersten dieser Aeste mit dem Unternervengefäss in directe Verbindung gesetzt. Wir haben diese Anordnung in sehr klarer Weise an Injectionen wahrnehmen können, die von einem unserer Schüler, Herrn Jaquet, vorgenommen wurden, welchem wir auch die Aufgabe überlassen, die sehr verwickelte und ungenau bekannte Circulation der Typhlosolis des Weiteren zu beschreiben.

Bevor wir das Rückengefäss verlassen, müssen wir ein Paar wichtige Längsäste erwähnen, welche es in der Speiseröhrengegend abgiebt. Sie gehen sehr nahe am Ursprunge der Seitenherzen des zweiten Paares ab, und nachdem sie sich um die Seiten der Speiseröhre herum gekrümmt haben, laufen sie in gerader Linie auf ihrer Bauchfläche (*m*, Fig. 233), wo sie sich verzweigen, nach vorn. An der Beugungsstelle giebt jeder Ast einen feinen Zweig ab, der ganz gerade bis zum Unternervengefäss (*n*) hinläuft und bei ihrer Abgangsstelle senden sie zwei kammförmige Zweige (*o*) auf das erste Paar der Morren'schen Drüsen. Dieses Gefäss entspricht ohne Zweifel dem bei nahestehenden Gattungen unter dem Namen Darmhautgefäss beschriebenen.

Das Bauchgefäss sendet in jedem Segmente ein Paar Seitenäste aus, welche sich in der Haut verzweigen, und schliesslich mit anderen Aestchen anastomosiren, welche von dem Zweige herrühren, der in den Darmsegmenten das Rückengefäss mit dem Unternervengefäss vereinigt. Diese Anastomosen bilden in der mittleren und hinteren Körpergegend ein sehr reiches Hautnetz, durch welches die verschiedenen Stämme, die wir erwähnt haben, mittelbar unter einander in Verbindung stehen.

Die Blutgefässe besitzen eine doppelte Bindegewebswand (*intima* und *adventitia* Leydig), welche zahlreiche Kerne enthält, die sich in den Reagentien lebhaft färben. In den contractilen Stellen schiebt sich zwischen diese beiden Plättchen eine Innenschicht von Längsmuskeln und eine Aussenschicht von Ringmuskelfäserchen ein. Die *intima* oder das innere Bindegewebsplättchen faltet sich an gewissen Stellen und bildet vielleicht hier und da eine Art kleiner Klappen, aber es ist uns nicht gelungen, die Existenz derselben sicher nachzuweisen.

Ausscheidungssystem. — Dieses System setzt sich aus zwei Reihen von Schleifencanälen zusammen, die in jedem Körpersegment, mit Ausnahme der drei vorderen Segmente, vorhanden sind. Man erkennt sie an ihrer weisslichen Färbung (*l*, Fig. 225) und da sie sich, wie bei den Blutegeln und den meisten Anneliden in jedem Ringe wiederholen, hat man sie Segmentalorgane genannt. Sie sind kleiner in der hinteren Körpergegend, zeigen sich aber wohl entwickelt und nicht umgewandelt in den Geschlechtsringen, was ein charakteristischer Zug für die Erdwürmer ist, wie wir später sehen werden. Sie schweben jederseits vom Darme in der Perivisceralhöhle und sind an der Leibeswand nur durch das eine ihrer beiden Enden befestigt; es ist folglich nicht allzu schwierig, sie abzulösen, aber ihre Schleifen werden durch Bindegewebe mit einander verbunden, in welches zahlreiche Blutgefässe eintreten. Diese Gebilde verdecken die Ausscheidungscanälchen, so dass ihr histologisches Studium nicht leicht ist. Die Wimperbewegung lässt sich an Organen, die lebenden oder frisch chloroformirten Würmern entnommen sind, beobachten, aber bei den vorläufig durch Pikrinsäure fixirten Exemplaren kann man am besten die Anordnung der Schleifen studiren. Wir empfehlen die zu beobachtenden Organe in denjenigen Ringen, welche auf die Geschlechtsorgane folgen, auszuwählen; hier erreichen sie ihre grösste Entwickelung.

Unter einer starken Lupe bietet sich (Fig. 234) jedes Segmentalorgan als ein in mehrere Schleifen zusammengebogenes Knäuel dar, das von einer langen Röhre mit wechselndem Durchmesser, die mehrere Male zusammengefaltet ist und an die hintere Seite einer jeden Scheidewand sich anlegt, gebildet wird. Diese Röhre ist an ihren beiden Enden offen. Das innere Ende schwebt frei in der Perivisceralhöhle, es endigt vor der Scheidewand mit einem Wimpertrichter (*a*, Fig. 234); das äussere Ende öffnet sich hinten in dem folgenden Segmente durch einen auf der Bauchseite ein wenig vor der oberen Borste der inneren Reihe gelegenen feinen Porus.

Der Wimpertrichter, der frei in der Körperhöhle schwebt, zeigt unter dem Mikroskop die Gestalt eines Fächers (Fig. 235), dessen Strahlen mit Epithelialzellen ausgekleidet sind und dessen Griff dem Grunde des Trichters entspricht, von dem der durchsichtige Canal (*b*, Fig. 234 und 235) ausgeht. Die Zellen des Trichterrandes sind cylindrisch, durchsichtig, strahlenförmig neben einander geordnet; sie

enthalten einen klaren Kern und ein Kernkörperchen; ihre Innenseite ist mit langen Wimperhaaren bedeckt. Auf sie folgen im Grunde des Trichters rundliche, ebenfalls bewimperte Zellen. Die den Eindruck einer flackernden Flamme machende Wimperbewegung ist sehr schön zu beobachten und hält im Wasser ziemlich lange an; sie geht von der Mündung des Trichters nach innen. Der Trichter hat sicherlich die

Fig 234.

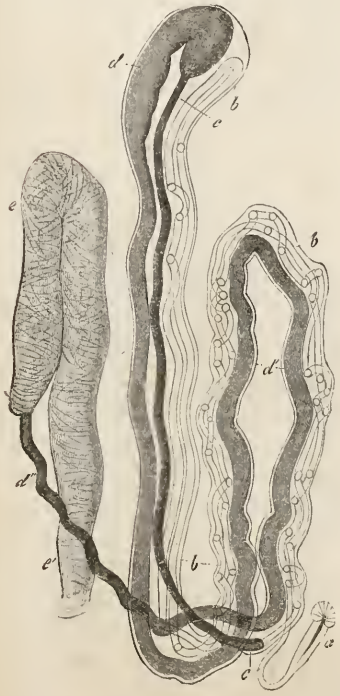


Fig. 235.

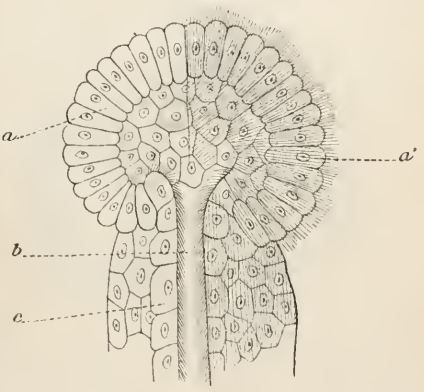


Fig. 234. — Segmentalorgan (nach Gegenbaur). *a*, innere Oeffnung; *bbb*, schleifenartig angeordnete Theile des Canales; *cc*, schmälerer Theil mit Drüsenwänden; *d*, erweiterter Theil, der sich bei *d'* verengert, und sich in *d''* mit dem Endtheile *e*, dem breitesten des ganzen Canales, fortsetzt; *e'*, äussere Oeffnung.

Fig. 235. — Wimpertrichter am innern Ende des Segmentalorganes von *Lumbricus* (nach Gegenbaur). *a*, strahlig angeordnete Cylinderzellen des äusseren Randes; *a'*, die nämlichen, mit ihren Wimperhaaren; *b*, Anfang des auf seinen Zellenwänden mit Wimperhaaren ausgekleideten Ausscheidungscanales.

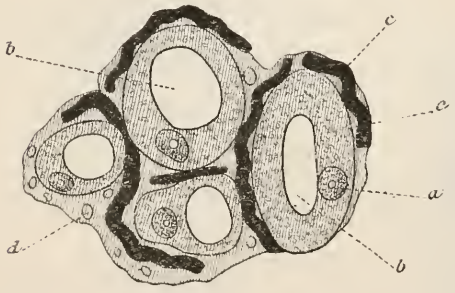
Function, aus der Perivisceralflüssigkeit gewisse Producte aufzunehmen, die ausgesondert werden sollen.

Das durchsichtige Canälchen, das auf den Trichter folgt, ist sehr eng und besitzt sehr dünne Wände; es bildet auf seinem geschlängelten Verlaufe mehrere Schleifen. Die Zellstructur des Endapparates ver-

wischt sich nach und nach in dem Canälchen, aber die Wimperbewegung dauert darin in seiner ganzen Länge fort. Es giebt hier und da Theile des Canales, welche nicht wimpern, aber sie scheinen nicht in sehr beständiger Weise abgegrenzt zu sein (Gegenbaur).

In der mittleren Gegend des Organes setzt sich die durchsichtige Röhre in ein breiteres und dunkles Canälchen (*e*, Fig. 234) fort, dessen histologischer Bau sehr verschieden ist. Seine gelblichen Wände werden von grossen, körnigen, einen kugeligen Kern umschliessenden Zellen ausgekleidet (Fig. 236). Diese Zellen haben ein drüsenartiges Aussehen und sind theilweise auf ihrer Innenseite mit sehr langen Wimperhaaren besetzt, welche eine fortwährende Strömung unterhalten, die körnige Zusammenballungen, Zelltrümmer u. s. w. mit sich fortführt.

Fig. 236.



Querschnitt einer Schleife des Segmentalorganes von *Lumbricus* Vergr. 400 Durchm. (nach Ed. Claparède). *a*, Kerne des Epitheliums des Canales; *b*, Lumen der Canäle; *c*, Blutgefässe; *d*, Bindegewebe.

Wenn wir dem ersten Theile der Röhre den Namen „durchsichtiger Theil“ geben, so können wir den mit körnigen Zellen bedeckten unter dem Namen „Drüsentheil“ unterscheiden. Dieser letztere begreift die grösste Schleife des ganzen Stranges. Die Drüsenröhre steigt zur Rückenfläche hinauf und an der Stelle, wo sie sich zusammenbiegt, um zur Bauchfläche (*d*, Fig. 234) hinabzusteigen, dehnt sie sich plötzlich aus und bietet mehr oder weniger deutliche Ausweitungen dar. Diese Erweiterungen kommen nur auf einer kurzen Strecke der Röhre zu Stande und diese nimmt bald wieder ihren ursprünglichen Durchmesser an. Sie setzt sich wellenförmig fort, biegt sich noch zweimal zusammen und mündet in den kürzesten Theil des Organes, in den Endtheil. Der Ausführungscanal dehnt sich bedeutend aus, bis dass er den drei- oder vierfachen Durchmesser des vorhergehenden Theiles aufweist. Er bietet nur eine einzige Krümmung dar, bevor er mit der Oeffnung, welche wir angeführt haben, nach aussen mündet. Seine Wände sind mit queren Muskelfäserchen versehen, deren Contractionen ohne Zweifel zur Ausstossung des Inhaltes aus dem Canale dienen. Die Segmentalorgane beherbergen sehr oft kleine Fadenwürmer.

Geschlechtssystem. — Der Regenwurm ist Zwitter, aber obwohl ein und dasselbe Individuum zu gleicher Zeit Samenthierchen und

Eier hervorbringt, erfordert die Befruchtung dennoch die Begattung. Die Zergliederung der Geschlechtsorgane ist sehr schwierig; der Anfänger darf sich nicht entmuthigen lassen, wenn es ihm nicht gleich das erste Mal gelingt, die Eierstöcke, die Hoden und ihre Ausführungscanäle, welche ausserhalb der Zeit der Fortpflanzung sehr undeutlich sind, zu Gesicht zu bekommen. Die Fortpflanzung geschieht in den Monaten Juni und Juli, und es ist deshalb vorzuziehen, die Organe, die wir beschreiben wollen, in dieser Zeit zu untersuchen.

Der Geschlechtsapparat (Fig. 237) ist vollständig zwischen dem neunten und fünfzehnten Segmente localisirt. Er umfasst zwei Eierstöcke und zwei Eileiter; zwei Paar Hoden mit ihren Ausführungsgängen, zwei Samenblasen, welche zusammen drei Paar Anhänge besitzen, endlich zwei Paar Samentaschen. Diese letzteren und die Anhänge der Samenblasen ragen, wenn sie in der Zeit der Geschlechtsreife mit Samenthierchen gefüllt sind, zu beiden Seiten der von ihnen umhüllten Speiseröhre hervor und ziehen durch ihre weisse oder gelbliche Färbung sofort den Blick auf sich, wenn man das Thier öffnet.

Hoden (*p*, Fig. 237). — Die vier Hoden sind kleine Körper von bräunlich gelber oder bisweilen weisslicher Farbe; sie sind gegen ihre Anheftungsstellen hin rundlich und verlängern sich nach hinten mittelst eines bindegewebigen Plättchens, welches einen Bestandtheil derselben bildet und ihnen das von einigen Autoren erwähnte birnförmige Aussehen verleiht. Sie werden von einem dünnen und durchsichtigen Häutchen umgeben und sind mit Samenzellen erfüllt. Diese Zellen bieten je nach dem Grade ihrer Reife ein verschiedenes Aussehen dar: sie sind gegen die Anheftungsstelle des Hodens hin sehr klein, kugelig und von regelmässigen Umrissen; gegen das freie Ende des Hodens in der Samenblase sind sie grösser und warzig. Diese Ballung des Protoplasmas in Kügelchen giebt der Zelle das Ansehen einer Himbeere und zeigt einen vorgerückteren Grad der Reife an.

Die Hoden werden von der Samenblase bedeckt, man kann sie durchscheinen sehen, wenn man diese letztere aufgeschnitten und ihren Inhalt entfernt hat. Man constatirt alsdann, dass sie in symmetrischer Weise mittelst eines Bindeplättchens an die Scheidewände des zehnten und elften Ringes zu beiden Seiten der Nervenkette geheftet sind.

Einem jeden Hoden gegenüber bemerkt man auf der Bauchwand der Samenblase und auf der hinteren Seite des entsprechenden Ringes einen fächerförmigen Trichter (*q*, Fig. 237), dessen Ränder durch Falten, welche vom Grunde des Trichters gegen die Stelle, wo der Ausscheidungscanal anfängt, ausstrahlen, gefranst werden. Es giebt also vier solche Trichter, welche den Namen Samentrichter erhalten haben. Jeder derselben führt in ein Canälchen (*r*, *r'*), das schief nach hinten gerichtet ist, indem es leicht sich schlängelt, und das gewöhnlich an seinem Anfange zusammengeknäuelt ist. Nach kurzem Verlaufe biegt sich

jedes Canälchen des vorderen Paares der Samentrichter nach hinten und vereinigt sich etwas hinter der Scheidewand, welche das elfte vom zwölften Segmente trennt, mit dem entsprechenden Canälchen des hinteren Paares. Von dieser Stelle an kommt folglich auf jeder Seite nur ein Samenleiter oder *Canalis deferens* (*s*) vor, der sich in gerader Linie oder schwach gebogen bis in die Mitte des fünfzehnten Segmentes fortsetzt, wo er in die Muskelschicht der Bauchseite eintaucht, um zwischen den inneren Borstenpaaren durch zwei kleine, von eirunden Wülsten, die in der Brunstzeit sehr gut wahrgenommen werden können, umgebene Oeffnungen nach aussen zu münden.

Die Samentrichter und die Samenleiter besitzen dünne, elastische Wände, die innen von einem Flimmerepithelium überzogen werden, deren von innen nach aussen gerichtete Bewegung zuerst den Samen in den Trichter zieht und ihn dann durch die Canälchen bis zu ihren äusseren Mündungen führt.

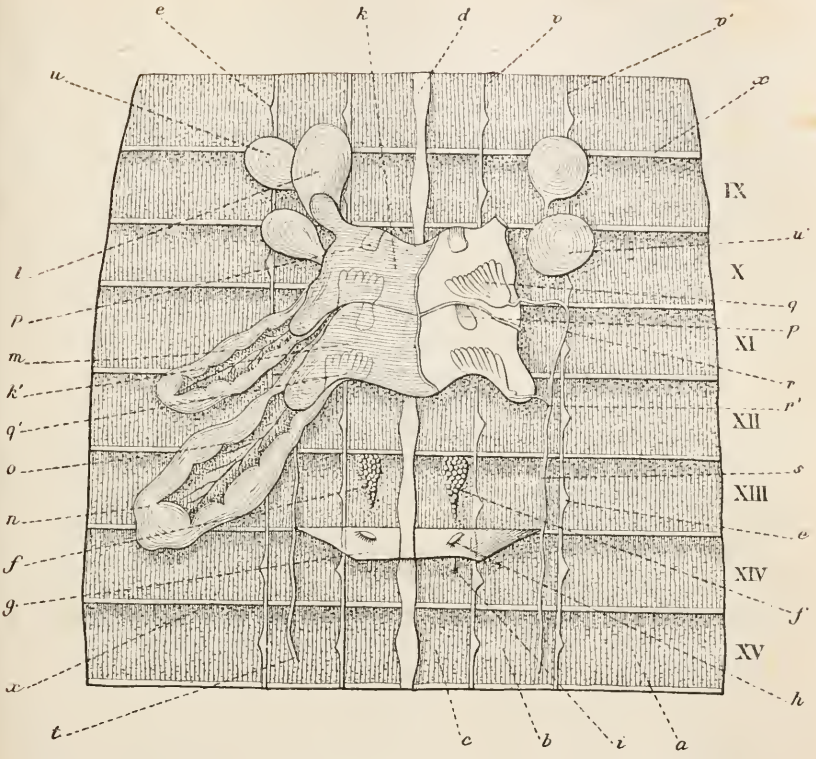
Die Samenleiter können unter der Lupe nur dann erkannt werden, wenn sie mit Samen erfüllt sind. Nach der Periode der Fortpflanzung werden sie so von der Binde- und Gefässschicht, welche sie umgiebt, verhüllt, dass man sie oft nicht auffinden kann.

Samenblasen. — Wenn man den zwischen dem neunten und zwölften Ringe gelegenen Darmabschnitt entfernt hat, so nimmt man ein rechteckiges Säckchen von weisslicher Farbe (*k*,*k'*, Fig. 237) wahr, welches genau die Bauchfläche des zehnten und elften Ringes bedeckt und äusserlich durch das Bauchgefäss, welches darüber hingeht, in zwei symmetrische Hälften getheilt scheint.

Dieses Säckchen ist innen durch die verticale Scheidewand der zwei entsprechenden Segmente vollständig in zwei getrennte Kammern getheilt. Man kann also das Ganze als Samenblase ansehauen, welche in zwei Abschnitte getheilt sein würde, in einen vorderen, der dem zehnten Ringe und einen hinteren, der dem elften Ringe entspricht.

Die vordere Kammer der Blase trägt zwei Paar seitlicher Anhänge, welche sich in Fortsätze ausziehen, die gewöhnlich den Darm umgeben und die man auf die Seite ziehen muss, um sie so wie auf unserer Figur zu sehen. Diese Anhänge sind für Hoden angesehen worden, bevor Hering uns eine gute Beschreibung des Geschlechtsapparates lieferte. Das erste Paar (*l*) ist das kleinste, von eirunder Gestalt; es ist mit einem kurzen Stiele an die Blase geheftet und bedeckt im normalen Zustande nur die Seiten des Darmes. Das zweite Paar (*m*) ist länger und umfangreicher, seine Umrisse sind wellenförmig, seine innere concave Seite trägt eine Furche, welche ein Blutgefäss beherbergt; es legt sich fest an den Darm an, den es vollständig umgiebt, so dass sein freier Rand denjenigen des entgegengesetzten Anhanges auf der Rückenfläche der Speiseröhre berührt.

Fig. 237.



Lumbricus agricola. Zwischen dem neunten und fünfzehnten Segmente gelegene Geschlechtsorgane. Der grösseren Deutlichkeit wegen hat man den Darm, die Segmentalorgane und die Blutgefässe weggelassen und den weiblichen Apparat etwas schematisch aufgenommen. *a*, Rückenlängsmuskeln; *b*, Seitenmuskeln; *c*, Bauchmuskeln; *d*, Nervenkette; *e*, Borsten bergende Säckchen; *ff*, an die vordere Wand des dreizehnten Segmentes geheftete Eierstöcke; *g*, nach hinten zurückgeschlagenes Stück der Wand zwischen dem dreizehnten und vierzehnten Segment; dieses Stück trägt die inneren Oeffnungen der Eileiter; *h*, *i*, auf der Mitte des vierzehnten Segmentes endigende Eileiter; *k*, vordere Samenblase; *k'*, hintere Samenblase (die Wand der Blasen ist rechts entfernt worden, um das Innere zu zeigen); *l*, vorderer Anhang der vorderen Samenblase; *m*, hinterer Anhang der vorderen Samenblase; *n*, Anhang der hinteren Samenblase (diese drei Anhänge sind paarig und symmetrisch, sie sind aber rechts weggelassen); *o*, in der Einbuchtung der Samenblase laufendes Blutgefäss; *p*, Hoden; *q*, Trichter der Samenleiter; *q'*, derselbe, durch die Wand der Samenblase durchscheinend; *r*, Samenleiter der vorderen Samenblase; *r'*, Samenleiter der hinteren Samenblase an der Stelle, wo er sich mit dem vorhergehenden vereinigt, um den eigentlichen Samenleiter *s* zu bilden; *t*, Endigung der Samenleiter im fünfzehnten Segmente; *u*, vordere Samentasche; *u'*, hintere Samentasche; *v*, Grenzlinie zwischen den Bauch- und Seitenmuskeln; *v'*, Grenzlinie zwischen den Seiten- und Rückenmuskeln (diese beiden Linien sind gewöhnlich nicht so deutlich vorhanden als sie in der Figur dargestellt sind); *x*, Durchschnitte der Scheidewände der Segmente.

Die hintere Kammer trägt nur ein einziges Paar Anhänge (*n*), die um Vieles dicker als die vorhergehenden und manchmal so umfangreich sind, dass sie die Scheidewand ausdehnen, indem sie sich über die folgenden Ringe erstrecken und die Eierstöcke vollständig bedecken.

Die Wände der Samenblasen sind dünn und zerreissen sehr leicht, diejenigen ihrer Anhänge sind dicker und scheinen Drüsenelemente einzuschliessen. Die Consistenz ihres Inhaltes wechselt je nach der Zeit, in der man sie untersucht. Im Zeitpunkte der Fortpflanzung, wenn die Blase mit Samen angefüllt ist, ist ihr Inhalt eine fadenziehende, gelblichweisse Flüssigkeit, welche eine ungeheure Anzahl von Samenzellen in allen Stufen der Entwickelung einschliesst. Später wird sie schleimig, sogar bisweilen hart, schliesst aber immer Samenzellen ein. Die Flüssigkeit wird wahrscheinlich von den Anhängen der Blase abgesondert (Hering).

Wir können hier auf die von Bloomfield in ihren Einzelheiten studirte Entwickelungsweise der Samenthierchen nicht näher eingehen. Sie entstehen durch die Furchung des Protoplasmas der Samenzellen (*A*, *B*, *C*, Fig. 238), welche, nachdem sie sich von den Hoden abgelöst haben, in die Blasen fallen, wo sie ihre Entwickelung fortsetzen; im ausgebildeten Zustande sind es sehr lange Fäden, deren Vorderende dicker ist als das sehr bewegliche Schwanzende (*D*, Fig. 238). Zur Verdünnung der Samenflüssigkeiten behufs genauerer Untersuchung empfehlen wir Kroneeker's Serum, das aus 1 Liter destillirtes Wasser, 0,06 g kaustisches Natron und 6 g Meersalz zusammengesetzt ist.

Ausser den Samenzellen enthält die Flüssigkeit der Samenblasen zahlreiche Cysten einer dem Regenwurme eigenthümlichen Gregarine (*Monocystis*). Da diese Cysten und die darin entstehenden Pseudonavicellen mehrere Beobachter, welche sie für Eier hielten, irre führten, so haben wir diese Gregarinenformen in Fig. 239 abgebildet.

Die Samenblase und ihre Fortsätze sind von zahlreichen Blutgefässen umgeben, welche vom Bauchgefässe herkommen und besonders während der Fortpflanzung reichlich entwickelt zu sein scheinen.

Samentaschen. — Ausser den Samenblasen und ihren Fortsätzen existiren in dem neunten und zehnten Segmente zwei Paar kugelige oder leicht eirunde, weissliche oder gelbliche Blasen (*u*,*u'*, Fig. 237), welche davon vollständig unabhängig sind. Diese Samentaschen, wie Hering sie genannt hat, besitzen ziemlich starke, in der Zeit der Fortpflanzung, wenn sie mit Samen erfüllt sind, sehr ausgedehnte Wände. Ihr Inhalt zeigt sich unter dem Mikroskope aus zwei Theilen zusammengesetzt: aus einem feinkörnigen, wahrscheinlich von den Wänden der Tasche abgesonderten gelben Schleime und aus einer klaren weissliehen Flüssigkeit, die Samenzellen, Samenthierchen, deren Bewegungen sehr lebhaft sind und birnförmige Zellen, deren Untersuchung noch nicht vorgenommen wurde, suspendirt hält.

Jede Tasche ist mittelst eines kurzen, hohlen Stieles an die Seitenwand des Körpers geheftet. Dieser Canal öffnet sich zwischen den Rücken- und Seitenmuskeln, bei der Linie der Aussenborsten. Die warzenförmige Oeffnung ist aussen nur in der Begattungsperiode sichtbar.

In der Nachbarschaft der Samentaschen finden sich in wechselnder Anzahl die kapselbereitenden Drüsen d'Udekem's vor, die man auch in der Zeit der Ablage der Eier deutlich wahrnimmt und die vielleicht in der Absonderung der Kapsel, welche die Eier umgiebt,

Fig. 238.

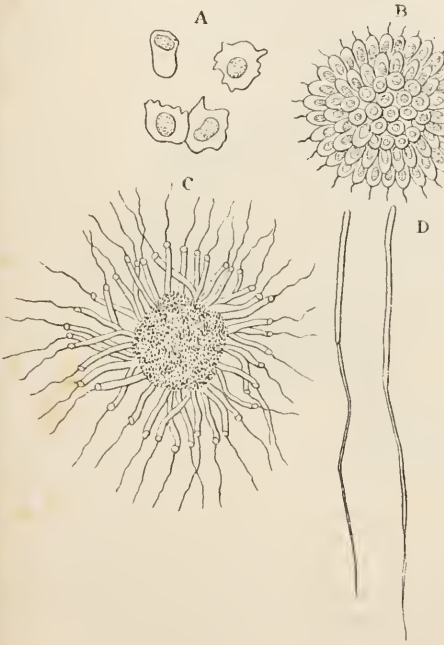


Fig. 239.

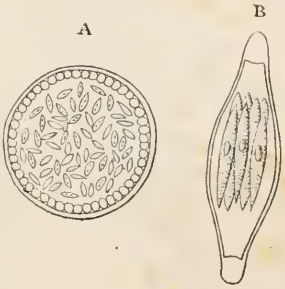


Fig. 238. — Samenzellen von *Lumbricus* auf verschiedenen Stufen der Entwickelung (nach Bloomfield). *A*, Anfangsstadium, junge Zellen im Hoden; *B* und *C*, gefurchte Zellen, in der Entwickelung begriffen; *D*, vollständig entwickelte Samenthierchen.

Fig. 239. — Cyste und Pseudonavicellen von *Monocystis*, wie man sie in grosser Zahl in den Geschlechtsorganen des Regenwurmes findet.

eine Rolle spielen. Aber bis jetzt hat man sie noch nicht genügend untersucht und wir begnügen uns damit, sie anzuführen.

Eierstöcke (*f*, Fig. 237). — Es sind deren zwei vorhanden; sie werden einen Millimeter lang und lassen sich nur im Zustande der Reife leicht auffinden. Sie sind in einer kleinen Entfernung von der Mittellinie der Bauchwand, an dem Vorderende des dreizehnten Ringes auf beiden Seiten der Nervenkette befestigt und zeigen sich unter der Lupe,

nachdem man den Darm und das hintere Paar der Samenfortsätze entfernt hat. Sie sind kegelförmig; die abgestumpfte Spitze des Kegels ist nach hinten gekehrt und schwebt frei in der Höhle des Ringes. Sie sind gewöhnlich weisslich, aber ihre Durchsichtigkeit ist bisweilen so bedeutend, dass sie in den umliegenden Geweben verschwinden. Man kann sie, ohne sie zu zerreissen, isoliren, indem man behutsam diese letzteren, z. B. die benachbarten Segmentalorgane zwischen die Pincette fasst und sie mit diesen ablöst, um das Ganze unter das Mikroskop zu bringen, wo man die Zergliederung mittelst Nadeln zu Ende führt. In frischem Zustande sind sie sehr zart, aber unter der Einwirkung von Pikrinsäure werden sie bedeutend fester.

Fig. 240. Fig. 241.

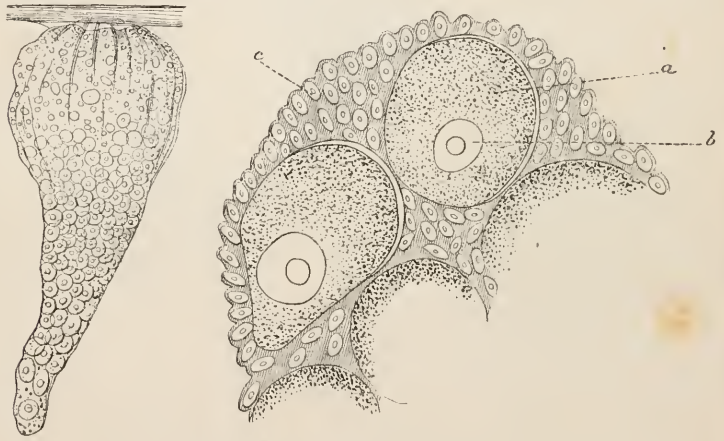


Fig. 240. — Ein Eierstock von *Lumbricus;* Vergr. 50 Durchm.

Fig. 241. — Spitze eines Eierstockes von *Lumbricus*, mit zwei reifen Eiern; Vergr. 250 Durchm. *a*, Eier; *b*, Keimbläschen; *c*, Bindegewebskerne.

Jeder Eierstock (Fig. 240) wird von einer feinen, durchsichtigen Membran umgeben, die zahlreiche, nach Färbung mit Pikrocarmin sehr gut sichtbare eiförmige Kerne einschliesst und in der Zeit der Eiablage von einem sehr reichen Gefässnetz überzogen wird. Er beherbergt Eier in verschiedenen Entwickelungszuständen. Die kleinsten und jüngsten Eier liegen an der Basis des Kegels bei der Anheftungsstelle des Eierstockes dicht neben einander; aber mit zunehmender Reife rücken die Eier gegen die Spitze des Kegels vor. Diese zieht sich sogar bisweilen in eine Art von Canal aus, in welchem man reife Eier wahrnimmt, die wie die Kügelchen eines Rosenkranzes hinter einander aufgereiht sind. Unsere Figur (Fig. 241) stellt das Ende eines, zwei reife Eier enthaltenden Eierstockes dar. Auf diesem Grade der Reife

sind die Eier kugelig oder eiförmig, bisweilen leicht eingedrückt und von einer dünnen Dotterhaut umgeben, die einen körnigen Dotter, ein Keimbläschen und einen Keimfleck umschliesst. Oft sieht man diesen letzteren neben und nicht in dem Keimbläschen.

Der Durchmesser der reifen Eier schwankt zwischen 0,08 und 0,12 Millimetern.

Eileiter. — Sobald die Eier die Spitze des Eierstockkegels erreicht haben, lösen sie sich ab und fallen in die Höhle des dreizehnten Ringes. Jedem Eierstocke gegenüber trägt die hintere Scheidewand dieses Ringes eine kleine trichterförmige Oeffnung (*h*, Fig. 237), deren dicke und in zahlreiche Falten gelegte Ränder mit Wimperhaaren besetzt sind. Dies ist der zur Aufnahme der Eier bestimmte Eitrichter, der die Scheidewand zwischen dem dreizehnten und vierzehnten Ringe durchbohrt und sich nach hinten in ein kleines Canälchen, den Eileiter fortsetzt, der an seinem Beginne bei dem Trichter eine seitliche Erweiterung trägt, in der sich Eier vorfinden (Hering). Die Eileiter (*i*, Fig. 237) verlängern sich in gerader Linie bis in die Mitte des vierzehnten Ringes. An dieser Stelle tauchen sie in die Muskelschicht und münden mit zwei sehr kleinen, nahe bei dem inneren Borstenpaare liegenden Oeffnungen nach aussen. Ihre Innenwand ist von einem Ende bis zum anderen mit Flimmerhaaren ausgekleidet. Nicht selten trifft man im Monat Juli darin in der Ausstossung begriffene Eier an.

Begattung. — Wir haben angeführt, dass der Regenwurm sich trotz seiner Zwitterigkeit begattet. Dieser Vorgang geschieht während der Nacht auf der Erde; demselben gehen einige organische Veränderungen voraus, denen wir einige Worte widmen müssen.

Die bemerkenswertheste dieser Veränderungen besteht in dem Anschwellen der Ringe des Gürtels. Ihre Tegumente blähen sich beträchtlich auf, werden roth und die Cuticula wird unter dem Drucke der reichlichen Absonderungen rissig.

Die Wülste, welche die Querspalten der männlichen Oeffnungen im fünfzehnten Ringe umgeben, bieten ähnliche Erscheinungen dar. Alle Geschlechtssegmente scheinen der Sitz einer aussergewöhnlichen Thätigkeit zu sein, das Blut fliesst ihnen reichlich zu. In diesem Augenblicke endlich treten die Begattungsborsten in Thätigkeit, die Hering im zehnten, fünfzehnten und sechsundzwanzigsten Ringe, sowie in den Ringen des Gürtels gefunden hat. Sie sind dünner und zweimal länger als die gewöhnlichen Borsten.

Während der Begattung legen sich die beiden Würmer mit ihrer Bauchseite in entgegengesetzter Richtung derart an einander, dass der Kopf des einen dem Schwanze des anderen zugekehrt ist und dass die Geschlechtsöffnungen mit dem Gürtel wechselseitig in Berührung sind. Der in Form von kleinen weisslichen Massen ergossene Samen nimmt

in zwei durch eine Vertiefung der Körperdecken gebildeten Längsrinnen die Gestalt kurzer Cylinder an und fliesst so zum Gürtel, um sich von dort in die Samentaschen zu begeben. Die beiden Würmer sind alsdann durch einen Ring von Schleim mit einander verbunden, der vom Gürtel und vielleicht auch von den Nebendrüsen abgesondert wurde, deren Gegenwart in der Nähe der Geschlechtsorgane wir erwähnt haben. Die durch die Mündungen der Eileiter ausgetretenen Eier gelangen zum Gürtel, wo sie von Schleim eingehüllt werden, in welchem man Samenthierchen wahrnimmt und der für sie eine Kapsel von eirunder Form bildet.

Entwickelung. — Jede Kapsel enthält mehrere Eier, aber nur eine kleine Anzahl, bisweilen nur ein einziges, entwickelt sich. Die Embryonen nähren sich vom Dotter der unbefruchteten Eier. Die Entwickelung ist direct; sie ist von Kowalewski und Kleinenberg untersucht worden.

Die Körperdecken besitzen bei allen Oligochaeten eine der bei Lumbricus beschriebenen ähnliche Anordnung. Man trifft immer eine dünne, durchsichtige und feingestreifte Oberhaut an, die durch Oeffnungen für den Mund, den After, die Geschlechtsgänge, die Borsten u. s. w. durchbohrt ist. Das unmittelbar darunter liegende Hypoderm wird von Cylinderzellen gebildet und bedeckt die Schicht der Ringmuskeln, unter welcher Schicht beständig eine Lage Längsmuskeln vorkommt. Der histologische Bau dieser letzteren ist nicht immer so complicirt, wie wir ihn beim Regenwurme beschrieben haben und die so bemerkenswerthe Anordnung in Form von Vogelfedern scheint eine Ausnahme zu bilden. Die Schicht der Längsmuskeln wird durch mehr oder weniger breite Furchen unterbrochen, die man bei den kleinen Limicolen sehr schön sehen kann. Man kann in den meisten Fällen (*Limnodrilus*, *Stylodrilus*) eine Bauchfurche und eine Rückenfurche, die der Bauchmittellinie und der Rückenmittellinie der Fadenwürmer entsprechen, und zwei Paare symmetrischer Seitenfurchen unterscheiden, welch' letztere den borstentragenden Säckchen entsprechen. Diese Furchen theilen also die Muskelschicht in sechs Längsbänder.

Die Borsten haben allgemein die bei Lumbricus beschriebene Form, bei *Pontodrilus* sind sie indessen beinahe gerade und bei *Limnodrilus*, *Urochaeta* besitzen sie die Gestalt von an ihrem äusseren Ende zweitheiligen Haken. Ihre Anordnung wechselt bedeutend und kann in der Zoologie verwerthet werden. Ihre Zahl beträgt gewöhnlich acht auf jedem Ringe, nimmt aber bei gewissen exotischen Gattungen bedeutend zu und kann (*Perichaeta*) mehr als sechzig betragen. Sie weisen sehr allgemein in den Geschlechtsringen, wo sie die Rolle von Begattungsorganen übernehmen, Veränderungen in Gestalt und innerer Beschaffenheit auf.

Das Clitellum ist fast immer erkennbar, obschon es bei den Limicolen weniger deutlich hervortritt, als bei den Terricolen. Bei den ersteren fällt es mit dem die männlichen Geschlechtsöffnungen tragenden Segmente zusammen. Bei den letzteren kann seine Lage in Bezug auf die Geschlechtsöffnungen, wie es Edm. Perrier in seinen vorzüglichen Monographien über Erdwürmer dargethan hat, dazu dienen, natürliche Gruppen zu unterscheiden. Das Clitellum liegt weit hinter den männlichen Geschlechtsöffnungen bei den Regenwürmern (*Anteclitellier*). Bei *Urochaeta* liegen die männlichen Oeff-

nungen auf dem Gürtel selbst (*Intraclitellier*), und bei *Perichaeta* befindet sich der Gürtel vor den männlichen Oeffnungen (*Postclitellier*).

Die Leibeshöhle wird, wie bei Lumbricus, durch Scheidewände in Kammern abgetheilt, aber die Perivisceralflüssigkeit (ausgenommen vielleicht in den Scheidewänden der vorderen Ringe) trifft darin allgemein auf Lückenräume, welche ihr erlauben, von einem Segmente in die anderen zu gelangen. Die Rückenporen, welche eine so eigenthümliche Verbindung zwischen der Perivisceralhöhle und der Aussenwelt herstellen, fehlen oft (*Urochaeta*, *Pontodrilus*, und bei den *Limicolen*).

Das Nervensystem ist überall nach demselben allgemeinen Plane angelegt: Gehirn, Schlundring und Bauchkette; diese letztere wird von einer Rindenzellenschicht und einer inneren Faserschicht gebildet; sie ist gewöhnlich wie bei dem Regenwurme in der Mitte der Ringe angeschwollen, und an diesen Stellen sind die Zellen zahlreicher, obgleich sie darin niemals ausschliesslich localisirt sind. Der Zellenüberzug setzt sich übrigens bei vielen Arten auf die Nerven, welche von der Kette abgehen, fort. Der innere Bau der Nervenscheide ist fast immer so beschaffen, wie wir ihn bei Lumbricus beschrieben haben und die langen Riesenfasern, welche sie enthält, finden sich auch bei den kleinen Oligochaetenarten wieder.

Das Mundmagensystem erreicht seine höchste Entwickelungsstufe bei *Urochaeta*, wo es unter dem Schlundringe einen zweiten Ring bildet, der dem Verdauungsrohre anliegt und ihm zahlreiche Nerven zusendet. Bei *Perichaeta* und *Pontodrilus* dagegen ist es auf ein einziges Ganglion reducirt, das den Zweigen des Schlundringes anliegt und Nervenfäden, die sich auf dem Schlundkopfe verzweigen, Entstehung giebt. Die Kenntnisse, welche wir über dieses System besitzen, sind trotz der wichtigen Arbeiten Edm. Perrier's noch sehr unvollständig.

In Bezug auf Sinnesorgane kennt man nur Pigmentflecke, Anlagen von Augen, die bei einigen Arten von *Nais* nahe am Gehirne in die Körperdecken gebettet sind.

Bei allen Regenwürmern lässt sich der Darmcanal in mehrere deutlich unterschiedene Gegenden theilen: in den muskulösen Schlundkopf, der bisweilen wie ein Rüssel vorgestossen werden kann; in die Speiseröhre mit den Morren'schen (kalkführenden) Drüsen, welche bei *Urochaeta* und *Rhinodrilus* zwar um Vieles entwickelter, aber mehr nach hinten auf den Seiten des röhrenförmigen Darmes gelegen sind (Perrier); in den Magen (der bei *Urochaeta* und *Perichaeta* fehlt); endlich in den Muskelmagen und in den eigentlichen Darm mit seiner Typhlosolis, die bisweilen auf einen Theil des Darmes allein beschränkt ist (*Urochaeta, Perichaeta*). Bei dieser letzteren Gattung ist der Darmcanal nur in seinem hinteren Theile perlschnurartig, d. h. abwechselnd eingeschnürt und erweitert; vorn, da wo die Morren'schen Drüsen befestigt sind, ist der Darmcanal röhrenförmig.

Der Magen und der Muskelmagen, welche bei *Pontodrilus* unter den landbewohnenden Oligochaeten schon verschwunden sind, sind bei den wasserbewohnenden nicht deutlich geschieden; bei diesen tritt eine Vereinfachung des Verdauungsrohres ein, das auf einen Schlundkopf, auf eine Speiseröhre und auf einen an seinem Ueberzuge von Chloragogenzellen erkennbaren Darm reducirt ist.

Das Gefässsystem existirt immer, es umfasst wenigstens zwei Längsstämme, das Rückengefäss auf der Mittellinie des Verdauungscanales, das auf seiner ganzen oder nur einem Theile seiner Länge contractil ist und das sehr allgemein roth gefärbte Blut von hinten nach vorn treibt; und das nicht zusammenziehbare Bauchgefäss, in welchem das Blut von vorne nach hinten fliesst. Wenn diese beiden Gefässe einzig existiren, so sind sie in jedem

Segmente durch eine, zwei oder drei (*Limnodrilus*) Paare seitlicher Aeste verbunden, welche den Darmcanal umziehen und deren Verlauf mehr oder weniger gewunden ist. Diese Schlingen sind selten alle contractil (*Lumbriculus*), sie sind es meistens nur in den vorderen Ringen, wo sie die Rolle der Seitenherzen der Regenwürmer übernehmen. Wenn in jedem Ringe zwei Schleifenpaare existiren, so ist ihr Verlauf nicht genau parallel; die eine, die Darmschleife, liegt dem Darme an; die andere, die Perivisceralschleife, liegt den Tegumenten an oder schwebt einfach in der Körperhöhle (Claparède).

Das Rückengefäss theilt sich in den Körperenden in zwei, mehr oder weniger verzweigte Aeste, die mit den entsprechenden vom Bauchgefässe herkommenden Aesten anastomosiren.

Dies ist die einfachste Gefässanlage, so wie man sie z. B. bei *Tubifex* und *Nais* antrifft, bei welchen kein Hautcapillarnetz vorkommt; bei den Gattungen aber, die nicht ausschliesslich im Wasser leben und bei denen die osmotischen Erscheinungen, welche die Gewebeathmung vermitteln, weniger günstige Verhältnisse antreffen, gestaltet sich das Gefässsystem bedeutend verwickelter durch die Entstehung eines mehr oder weniger reichen Hautnetzes.

Bei den Terricolen (*Pontodrilus* ausgenommen) verdoppelt sich das Bauchgefäss in ein eigentliches, in der Leibeshöhle frei zwischen dem Darmcanale und der Nervenkette schwebendes Bauchgefäss und in ein Unternervengefäss, das zwischen der Nervenkette und der Körperwand hinläuft, wie wir es bei *Lumbricus* gesehen haben. Die Verbindung zwischen dem Rücken- und dem Bauchgefäss geschieht durch fünf bis acht (bei *Urochaeta* nur durch drei) Seitenherzenpaare, die in den Speiseröhrenringen liegen und die Verbindung zwischen dem Rücken- und dem Unternervengefässe wird in jedem Ringe hinter der Speiseröhre durch ein Paar nicht zusammenziehbarer Seitenäste vermittelt, deren Durchmesser viel geringer als derjenige der Herzen ist. Ausserdem sind die drei Hauptstämme mittelbar durch die aus den Aesten, denen sie Entstehung geben, hervorgegangenen Capillarnetze verbunden, die sich in der Haut und in den Wänden des Darmcanales ausbreiten.

Es ist klar, dass das Darmcapillarnetz die Bestimmung hat, die Aufsaugung der verdauten Stoffe zu vermitteln, und das Hautnetz, die Athmung zu erleichtern. Selten beschränkt sich dieses letztere auf besondere Gegenden. Bei *Lumbricus* indessen ist es in dem hinteren Körpertheile reicher als im vorderen Theile und bei *Dero* existirt auf der Rückenseite des Hinterendes ein Trichter, der fingerförmige Verlängerungen trägt, reichlich Blut aufnimmt und die erste Anlage eines eigentlichen Athmungsapparates bildet.

Die Segmentalorgane sind immer röhrenförmig und geknäuelt; sie fehlen nur in den vier bis acht vorderen Segmenten. Ihre meistens auf der Bauchfläche vor den Borsten gelegenen Aussenmündungen befinden sich hingegen bei *Eudrilus* und *Moniligaster* in der Nähe der Rückenborsten. Sie besitzen eine gewimperte Innenöffnung von gewöhnlich sehr zierlicher Becher-, Trichter- oder Fächerform, und werden innen auf dem grössten Theile ihrer Länge von langen Wimperhaaren ausgekleidet, deren Bewegung von innen nach aussen gerichtet ist.

Die histologische Structur der Schleifenorgane wechselt je nach der Stelle, wo man sie untersucht. Drüsenzellen mit körnigem Protoplasma finden sich darin immer vor; bei *Lumbriculus* bilden diese Zellen kolbenförmige Haufen von bräunlicher Färbung. Der äussere Theil der Röhre weist in der Tiefe seiner Wände, welche zusammenziehbar sind, Muskelfäserchen auf. Man kann auch in diesem Organe je nach dem Durchmesser der Röhre verschiedene

Abschnitte unterscheiden; das Endstück gegen aussen ist breiter als der Anfang der Röhre gegen den Wimpertrichter hin. Die beiden Enden der Segmentalorgane sind in verschiedene Segmente gebettet, so dass jedes Organ wenigstens mit zwei Körperringen in Beziehung steht.

Bei den Limicolen sind die Segmentalorgane in den Ringen, welche den Geschlechtsapparat einschliessen, verändert, sie fungiren in denselben als Samengänge. Bei den kleinen Arten (*Tubifex*), wo man sie auch am leichtesten beobachten kann, bieten sie den geringsten Grad von Complication dar.

Den Segmentalorganen schliessen sich hinsichtlich der Function noch eine gewisse Anzahl von Drüsen (Schleimdrüsen) an, die auf dem vorderen Theile des Darmcanales liegen, aber deren Ausführungscanal durch die Tegumente hindurch ausmündet (*Urochaeta, Perichaeta*). Wenn das Thier beunruhigt wird, so tritt daraus eine gelbliche Flüssigkeit hervor.

Bei *Urochaeta* kommen ausserdem etwa 30 bis 40 Paare von hinteren Drüsen vor, die auf jeder Seite der Nervenkette liegen und deren Verrichtung räthselhaft ist.

Der Hermaphroditismus bildet bei den Oligochaeten die Regel. Die Hoden und die Eierstöcke, die gewöhnlich von sehr kleinen Dimensionen und ausserhalb der Fortpflanzungszeit schwierig wahrzunehmen sind, liegen sehr nahe bei einander in dem vorderen Körpertheile, vom 8. bis zum 15. Segmente. Im Allgemeinen liegen die Eierstöcke hinter den Hoden, aber die sehr kurzen Eileiter münden vor den Samenleitern aus.

Die Hoden haben die Form kleiner, weisslicher oder gelblicher Säcke mit dünnen Wänden. Wenn die Samenzellen reif sind, zerreisst der Sack an der Stelle, wo er am spitzesten ist und die Zellen fallen in die Perivisceralhöhle oder in eine Samenblase. Bei *Plutellus, Titanus, Urochaeta* kommt nur ein Paar Hoden vor; es giebt drei Hoden bei *Tubifex* und *Lumbriculus*.

Die Eierstöcke sind paarig, rund, oval oder birnförmig, an eine Scheidewand geheftet und tauchen in die Höhle eines Segmentes; die reifen Eier ragen an der Oberfläche des Eierstockes hervor, und fallen in die Leibeshöhle, woraus sie durch die Eileiter ausgeführt werden.

Man kann in allgemeiner Weise die Ausscheidungsgänge der Geschlechtsdrüsen bei den Terricolen einerseits und den Limicolen andererseits daran unterscheiden, dass sie bei den ersteren von den Segmentalorganen unabhängig sind, wie dies bei *Lumbricus* der Fall ist, während dagegen bei den letzteren die Segmentalorgane der Geschlechtsringe mit den Drüsen in Beziehungen treten und alsdann als Samen- oder Eierleiter fungiren. Immerhin haben die Untersuchungen Vejdowsky's und Edm. Perrier's gezeigt, dass Uebergangsformen vorkommen, bei welchen die Unterscheidung schwierig ist (*Enchytraeus, Pontodrilus*). Bei *Tubifex* erinnert der Samenleiter oder Spermiduct von röhrenförmiger Gestalt, der in der Perivisceralhöhle einen Wimpertrichter trägt und bisweilen blinddarmartige Erweiterungen aufweist, welche unter der Bezeichnung „Samenblasen" beschrieben worden sind, vollständig an die allgemeine Anlage der Segmentalorgane. In der Zeit der Fortpflanzung ist der Trichter mit Samenthierchen erfüllt.

Bei *Lumbriculus* und *Stylodrilus* kommen für jeden Samenleiter zwei Wimpertrichter vor, was darauf hindeutet, dass dieser aus der theilweisen Verschmelzung zweier Segmentalorgane hervorgeht. Bei *Limnodrilus* ist das äussere Ende des Samenleiters von einer muffartigen Hautfalte umgeben, welche die Rolle eines Begattungsorganes spielt.

Die Frage über die Homologien zwischen den Segmentalorganen und dem Ausführungsapparate der Geschlechtsdrüsen hat in diesen letzten Jahren viele Fortschritte gemacht; sie ist indessen nicht vollständig aufgehellt und scheint uns allzu theoretisch zu sein, als dass sie hier erörtert werden könnte.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung bieten einige Oligochaeten (*Naiden*) Fälle von Sprossung dar, die denjenigen analog sind, welche wir weiter unten bei der Behandlung der Polychaeten besprechen werden.

Literatur. C. F. Morren, *De historia naturali Lumbrici terrestris*, 1826. — Dugès, *Recherches sur la circulation des Annélides abranches. Annales des sc. naturelles*, 1828 u. 1837. — Cuvier, *Règne animal. Edit. Masson. Annélides.* — Hoffmeister, Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer, Braunschweig 1845. — O. Schmidt, Beiträge zur Anat. und Phys. der Naiden, Müller's Archiv 1846. — Williams, *Report on the British Annelida. British Ass. for Adv. of Sc.*, 1851. — De Quatrefages, *Mémoire sur le système nerveaux des Lombrics et des Sangsues. Ann. des Sc. nat.*, Bd. X.VIII, 1852. — D'Udekem, *Nouvelle classification des Annélides sétigères abranches Mémoires de l'Acad. des sc. et lettres de Belgique*, 1858. — Ders., *Histoire naturelle du Tubifex des ruisseaux*, ebend. 1853. — Ders., *Développement du Lombric terrestre*, ebendas. 1857. — Ders., *Mémoire sur les Lombriciens*, ebend. 1863. — Gegenbaur, Ueber die sog. Respirationsorgane des Regenwurmes. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. IV, 1852. — Meissner, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter, ebend., Bd. VI, 1856. — E. Hering, Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurmes, ebend. Bd. VIII, 1856. — Ed. Claparède, *Recherches anatomiques sur les Annélides observées dans les Hébrides*, Genf 1860. — Ders., *Recherches anatomiques sur les Oligochètes*, Genf 1862. — Ders., Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XIX, 1869. — Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden, *Mémoires de l'Acad. de Pétersbourg*, Bd. XVI, 1871. — Ray-Lankester, *On the Anatomy of the Earthworm. Quart. Journ. of Microsc. Science* 1864. — Rorie, *On the nervous system of L. terrestris*, ebend. 1863. — Ratzel, Zur Anatomie von *Enchytraeus vermicularis*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XVIII, 1868. — Ders., Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Oligochaeten, ebend. — Leydig, Ueber den *Phreoryctes Menkeanus*. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. I, 1865. — Ders., Ueber die Annelidengattung *Aelosoma*. Müller's Archiv. 1865. — Ray-Lankester, *The sexual form of Chactogaster Limnaei. Quart Journ. of Microsc. Sc.*, Bd. IV, 1869. — Vaillant, *Anatomie de deux espèces du genre Perichaeta. Ann. des Sc. nat.* 5. Serie, Bd. X, 1869. — Tauber, *Om Naidernes Bygning og Kjönsforhold. Jagttagelser og Bemaerkninger. Tidskrift.*, Bd. II, 1873. — Ders., *Undersögelser over Naïdenskjönlöse formering*, ebend. 1874. — Edm. Perrier, *Histoire naturelle du Dero obtusa. Arch. de Zool. exp.*, Bd. I. — Ders., *Recherches pour servir à l'histoire des Lombriciens terrestres. Nouvelles Archives du Mus. de Paris*, Bd. VIII, 1872. — Ders., *Études sur un genre nouveau de Lombriciens. Arch. de Zool. exp.*, Bd. II, 1872. — Ders., *Études sur l'organisation des Lombriciens terrestres*, ebend. Bd. III, 1874 und Bd. XI 1881. — F. Vejdowsky, Ueber *Psammoryctes* und die ihm verwandten Gattungen. — Ders., Anatomische Studien über *Rhynchelmis limosella*. — Ders., Ueber *Phreatothrix*, eine neue Gattung der Limicolen. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXVII, 1876. — Ders., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Anneliden. I. Monographie der Enchytraeiden, Prag 1879. — A. v. Mojsisovics, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Anneliden. Sitzungsberichte d. k. Akad., Wien, Bd. LXXXI, 1877. — B. Hatschek, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte und Morphologie der Anneliden, ebend. 1876. — G. Eisen, *On the Anatomy of Oenerodrilus*, Upsala 1878. — N. Kleinenberg, *The development of the Earthworm, Lumbricus trapezoïdes. Quart. Journ. of microsc. Sc.*, Bd. XIX, 1879. — Bloomfield, *On the development of the Spermatozoa. Part* I. *Lumbricus*, ebend. 1880.

Ordnung der Polychaeten.

Alle zu dieser Ordnung gehörenden Anneliden sind Meeresbewohner, mit segmentirtem, cylindrischem oder abgeplattetem Körper, mit Fussstummeln (Parapodien) und zahlreichen Borsten. Der Kopf ist häufig mit einfachen oder verzweigten Fühlern versehen; der Mund in den meisten Fällen mit Kiefern bewaffnet. Sie besitzen wohl unterschiedene Kiemen und fast immer gut entwickelte Sinnesorgane, was sie von den Oligochaeten unterscheidet. Die Geschlechter sind meist getrennt und die Entwickelung ist mit Metamorphose verbunden.

Die Polychaeten zerfallen in zwei Unterordnungen, wie S. 445 angegeben wurde.

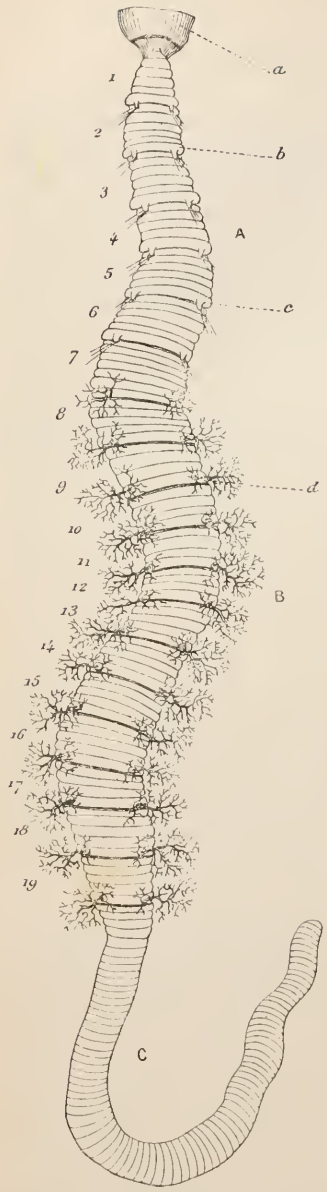
Typus: *Arenicola piscatorum* (L.). — Dieser, unter dem Namen Pier bekannte Wurm, dessen Farbe aus dem Dunkelbraunen ins Grüne und Gelbe spielt, bewohnt den Sand in der Nähe der Küsten. Er findet sich häufig im Canal und in der Nordsee, jedoch auch im Mittelmeer, aber in kleinerer Form; während die Individuen der Nordsee eine Länge von 25 cm erlangen, haben die Exemplare aus dem Golfe von Neapel nur eine Länge von 6 bis 7 cm.

Wir haben den Pier im zoologischen Laboratorium zu Roscoff (Finisterre) untersucht, wo man ihn in ungeheurer Zahl bei Ebbe aus dem Sande ausgraben kann; seine Anwesenheit macht sich dann durch kleine Sandhäufchen bemerkbar, welche das Thier mit seinen Excrementen auswirft; dieser Sand, welcher im Darme zusammengepresst wurde, hat eine cylindrische Form angenommen. Das Thier gräbt sich zuerst mit dem Kopfe nach unten in den Sand ein, richtet sich aber dann wieder empor, so dass es eine bogenförmige Stellung einnimmt.

Man kann an dem cylindrischen Körper der *Arenicola* drei Abschnitte unterscheiden (Fig. 242 a. f. S.):

A, ein vorderer oder Halsabschnitt, welcher sechs Körperringe umfasst, die mit Rückenborsten versehen und durch Längswülste von einander getrennt sind. Wenn der ausziehbare Rüssel vollständig ausgestülpt ist, so gleicht sein vorderes Ende einem endständigen Saugnapfe; ist der Rüssel eingezogen, so hat er die Form einer kurzen Keule. Jeder Ring zeigt fünf Kreisfurchen, so dass er aus fünf schmalen Segmenten zusammengesetzt scheint. Jeder grosse Ring besitzt je ein Paar schwach entwickelter Parapodien, in deren Ende ein Borstenbüschel eingepflanzt ist (*c*, Fig. 242). Auf der Bauchseite sieht man je zwei Anschwellungen, welche den unteren Parapodienreihen homolog sind, die aber Hackenborsten tragen, welche in Querreihen und nicht in Büscheln angeordnet sind. Der erste oder Mund-

Fig. 242.



Arenicola piscatorum. Vollständiges Thier von der Rückenseite gesehen. *A*, vordere oder Halsregion, sechs Ringe umfassend; *B*, mittlere oder Kiemenregion mit dreizehn Ringen; *C*, Schwanzregion von verschiedener Länge; *a*, becherförmiger Rüssel; *b*, Trennungswülste zwischen den Ringen; *c*, Parapodien mit einem Borstenbüschel; *d*, verzweigte Kiemen.

ring trägt den Mund und vereinigt sich oft mit den Falten des zweiten Ringes.

B, ein mittlerer oder Kiemenabschnitt (Abdominalregion der Autoren), welcher dreizehn Ringe umfasst, deren Durchmesser von vorn nach hinten schwach abnimmt. Die Trennungswülste sind nur an der Rückenseite gut zu sehen. Jeder Ring dieses Abschnittes trägt ein Paar Rückenkiemen, welche büschelförmig verzweigt und in frischem Zustande schön roth gefärbt sind. Die zwei ersten Kiemenpaare sind schwächer entwickelt als die anderen.

C, ein cylinderförmiger Schwanzabschnitt, welcher quer gefältelt ist und durch kleine, gelbe Wärzchen oft ein körniges Aussehen zeigt; die Ringe, deren Durchmesser geringer ist als bei den vorigen Abschnitten, sind hier nicht scharf abgegrenzt, und tragen weder Parapodien noch Borsten oder Kiemen. Die Länge dieses Schwanzabschnittes wechselt stark, je nach den Individuen, und hat keinen specifischen Werth. Da ein Bruch dieses Abschnittes nicht den Tod des Thieres nach sich zieht, so begegnet man oft Arenicolen, bei welchen dieser Theil vollständig fehlt. Der letzte Ring oder Analring endigt mit dem After, der sehr weit geöffnet ist, um den Sand, welcher vom Thiere häufig ausgestossen wird, austreten zu lassen.

Präparation. — Wir könnten hier wiederholen, was wir beim Regen-

wurm gesagt haben. Zur Fixirung geben die Pikrin-, die Chromsäure, sowie der Sublimat gute Resultate. Um eine zu starke Zusammenziehung zu vermeiden, welche sich immer zeigt, wenn man das Thier schnell tödtet, thut man gut, es in Meerwasser zu lassen, auf dessen Oberfläche man etwas Chromsäure giesst; die Chromsäure vertheilt sich nach und nach im Wasser, der Wurm stirbt und bleibt dabei ausgestreckt. Auch sollte man sich, von der Küste her, die zum Anfertigen von Schnitten bestimmten Thiere in Chromsäure schicken lassen; sie verhärten darin angemessen, und ihre Gewebe werden gut fixirt. Immerhin muss man eine zu lange Einwirkung der Säure vermeiden, indem die Gewebe und besonders die Muskeln darin brüchig und spröde werden. Der Sublimat kann für diejenigen Individuen empfohlen werden, welche man mit Scheere und Scalpell zu seciren gedenkt, sie erhärten darin weniger als in Chromsäure oder Alkohol. Endlich kann man das Thier auch in Chloroform tödten, wie wir es für *Sipunculus* gesagt haben.

Der Sand, welcher gewöhnlich den Darmcanal anfüllt, bildet ein Hinderniss für die Anfertigung guter Schnitte und zerreisst durch sein Gewicht den Darm der zum Transporte bestimmten Thiere. Man kennt kein geeignetes Mittel, diesen Sand aus dem Darme der todten Thiere zu entfernen; bei lebenden Thieren beseitigt man dieses Hinderniss zum grossen Theile dadurch, dass man den Wurm in einem, durch einen steten Wasserstrom gespeisten Glasbecken hungern lässt. Das Thier stösst nach und nach allen Sand durch den After aus und entleert auf diese Weise seinen Darm innerhalb zwei oder drei Tagen vollständig. Natürlich muss man das Gefäss oft reinigen, um das Thier zu verhindern, aufs Neue den Sand zu verschlingen, den es ausgestossen hat.

Tegumente und Muskeln. — Die Anordnung ist analog derjenigen, welche wir einlässlich beim Regenwurm beschrieben haben. Wir können eine Cuticularschicht (*a*, Fig. 243 und 244), eine Hypodermschicht (*b*, Fig. 243), eine Ringmuskelschicht (*d*, Fig. 243 und *b*, Fig. 244) und eine Längsmuskelschicht (*g* und *c*) unterscheiden.

Die dünne und durchscheinende Cuticula (*a*) löst sich bei den mit Sublimat behandelten Exemplaren, sowie bei denjenigen, welche auf dem Punkte sind, sich zu häuten, leicht ab. Unter starken Linsen erscheint sie fein gekörnt, nie aber haben wir eine Streifung constatiren können, welche man bei vielen verwandten Gattungen antrifft. Nichtsdestoweniger zeigt die Cuticula Regenbogenfarben.

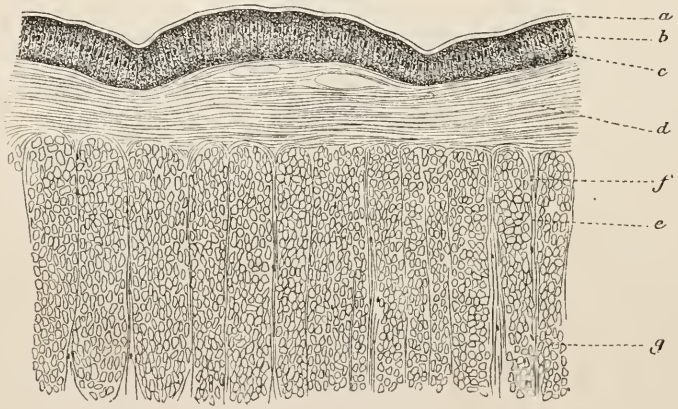
Die Zellenstructur der Hypodermschicht (*b*, *c*, Fig. 243) ist nicht immer scharf bestimmt. Diese Schicht scheint an vielen Stellen aus einer zusammenhängenden Protoplasmalage zusammengesetzt zu sein, in welcher zahlreiche Kerne eingestreut sind, die sich in Carminlösungen lebhaft färben. An anderen Stellen indessen sind die Zellen deutlich sichtbar, und wir besitzen Schnitte der vorderen und mittleren

Körpertheile, wo sich dieselben sehr genau erkennen lassen (Fig. 243). Ihre Form ist cylindrisch, und da sie nicht immer dicht an einander schliessen, wie dies an dem Schnitte, den wir gezeichnet haben, der Fall ist, so lassen sie stellenweise leere Räume, welche bei der Flächenansicht mosaikartige Figuren bilden, wie wir beim Regenwurme beschrieben haben, und wie sie unsere Fig. 245 zeigt.

Die Kerne sind eiförmig, färben sich sehr schön in Boraxcarmin und liegen ein wenig excentrisch, näher am äusseren Rande (*b*, Fig. 243).

Die Hypodermschicht enthält Pigmentkörper, welche in der Ringmuskelschicht fehlen. Die Häufigkeit des Pigmentes wechselt sehr, je nach den Individuen, immerhin scheint es sehr regelmässig auf der ganzen Körperoberfläche vertheilt zu sein, etwas häufiger zwar auf der Rückenseite und an den Rändern der Hypodermzellen, als in deren

Fig. 243.

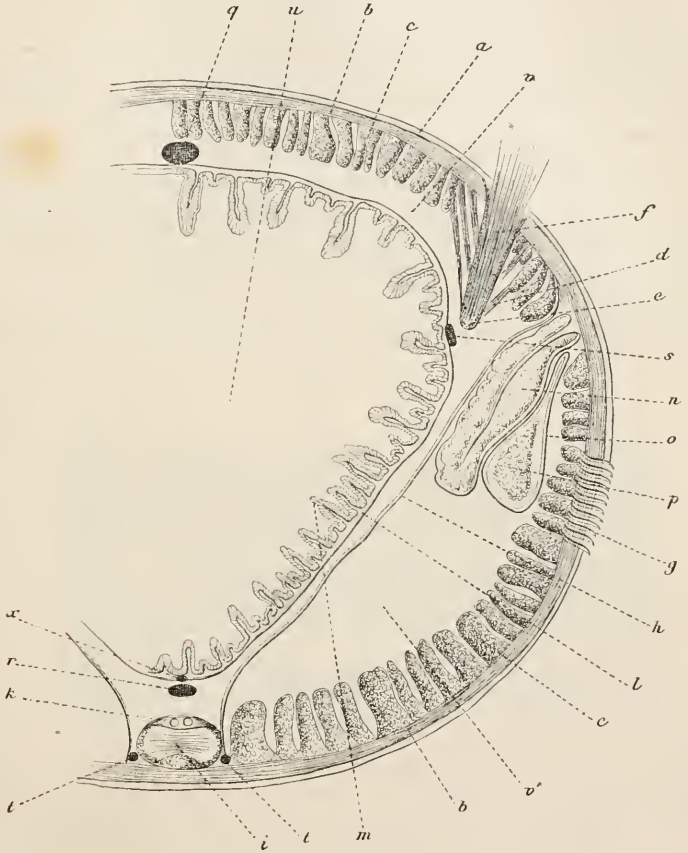


Arenicola piscatorum. Querschnitt durch Haut und Muskeln der Leibeswand. *a*, amorphe Cuticula; *b*, Hypodermlage mit ihren Kernen (*b*, *c*) und den Pigmentkörpern; *d*, Ringmuskelschicht; *e*, Bindegewebelamellen mit spärlichen Kernen (*f*), welche die Längsmuskelbänder trennen; *g*, Längsmuskeln.

Centrum. Da die Zellen sehr schmal und ihre Kerne relativ gross sind, so verschmelzen diese mit einander, wenn die Schnitte nicht sehr dünn sind, und scheinen dann ein zusammenhängendes dunkles Band zu bilden. Uebrigens bemerkt man in den tieferen Regionen der Hypodermschicht (*c*, Fig. 243) eine Schicht von Kernen mit schwachen Umrissen, analog derjenigen, welche Claparède bei *Spirographis* beschreibt, und als in Bildung begriffene Ersatzzellen betrachtet, oder auch als junge Zellen, bestimmt, sich zwischen die älteren hineinzuschieben, um das Wachsthum der Oberflächenschicht zu bewerkstelligen.

Die Dicke der Hypodermschicht, in welcher man nie nur eine einzige Zellenlage antrifft, ändert mit der Höhe dieser Zellen, und ist besonders dick in der Gegend der Trennungswülste der einzelnen Ringe.

Fig. 244.

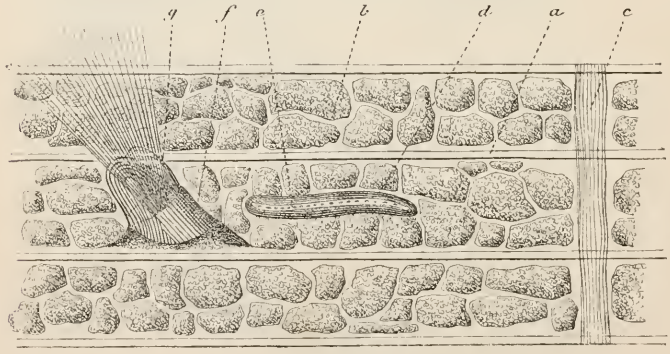


Arenicola piscatorum. Senkrechter Querschnitt durch den mittleren Theil des Körpers. Da das Thier symmetrisch ist, hat man nur die rechte Hälfte gezeichnet. *a*, Haut; *b*, Ringmuskelschicht; *c*, Längsmuskelbündel; *d*, schiefe Muskeln, die sich an den Wänden der Borstensäcke anheften; *e*, gekörnte Substanz der Borstenmatrix; *f*, oberer Borstenbüschel; *g*, Reihe der mittleren hakenförmigen Borsten; *h*, Schnitt durch die schiefe Muskellamelle, welche die mittlere Region der Leibeshöhle in eine Rückenkammer (*v*) und zwei seitliche Kammern (v^1) theilt; *i*, Nervenkette; *k*, die beiden Riesenfasern, welche über der Nervenkette verlaufen; *l*, Darmwand; *m*, Zotten der Darmschleimhaut; *n*, drüsenartiger Theil des Segmentalorganes; *o*, Wand des blasenförmigen Theils des Segmentalsorganes; *p*, geronnener Schleim, der die Blase ausfüllt; *q*, Rückengefäss; *r*, Bauchgefäss; *s*, Seitengefässe, *tt*, Gefässe, die längs der Nervenkette verlaufen; *u*, Verdauungshöhle; *x*, Subintestinalgefäss.

Die Ringmuskelschicht ist ununterbrochen (*b*, Fig. 244), ihre einzelnen Fasern sind sehr dicht gedrängt und weichen nur über den borstentragenden Säcken aus einander. Sie ist etwas dicker als die vorige, aber nicht einmal halb so dick als die folgende Schicht; übrigens ändert ihre Dicke je nach der Stelle, wo man sie untersucht: sie ist mächtiger am vorderen Körpertheile als in der Schwanzgegend, ebenfalls dicker in der Mitte jedes einzelnen Ringes als an dessen Rändern. Die Muskelfäserchen sind sehr dünn und gehen einander parallel.

Die Längsmukeln (*c*, Fig. 243 und 244) sind in zahlreichen, durch mehr oder minder tiefe Furchen von einander getrennten Bündeln angeordnet. Diese Bündel, deren Dicke und Höhe in den verschiedenen Körpergegenden variiren und welche besonders gegen die Körperenden hin an Mächtigkeit abnehmen, sind aus langen Fasern zusammengesetzt, die sich von einem Körperende zum anderen verfolgen lassen, und welche aus, an ihren Enden verschmolzenen, spindel-

Fig. 245.

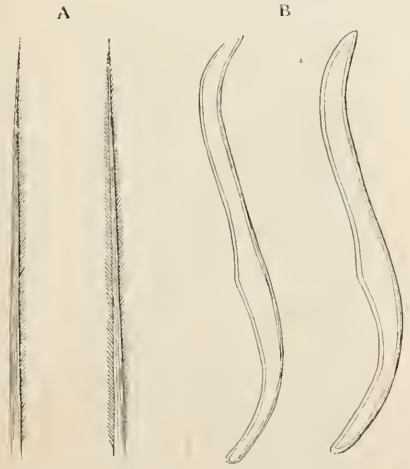


Arenicola piscatorum. Hautstück mit faden- und hakenförmigen Borsten; *a*, Trennungslinie der Ringe; *b*, Pigmentfeld der Hypodermis; *c*, Mittellinie des Bauches, die von der durchscheinenden Nervenkette eingenommen ist; *d*, unteres oder Bauchruder mit achtzehn Hakenborsten (*e*); *f*, oberes oder Rückenruder, das sich in zwei eiförmige Lamellen verlängert (*g*), zwischen denen ein Borstenbüschel hindurchgeht.

förmigen Zellen zusammengesetzt sind. Diese Fasern, mit eiförmigen oder unregelmässigen Querschnitten, zeigen sehr kleine Kerne, welche ihnen angeklebt sind. Die Bündel sind durch intermusculäre Bindegewebelamellen (*e*, Fig. 243) häufig in kleinere Gruppen (Primitivbündel) getheilt, welche leicht färbbare Kerne in sich einschliessen (*f*). Die Längsmuskelschicht ist gegen die Leibeshöhle hin mit einem Pflasterendothelium bekleidet, das sich nach innen umschlägt, um die Organe zu umhüllen, und mit dem Bauchfelle anderer Autoren identisch ist.

Parapodien, Borsten, Papillen. — Die neunzehn ersten Leibesringe tragen auf jeder Seite einen Fussstummel (Parapodie), welcher aus zwei sehr verschieden geformten Erhabenheiten oder Hautwülsten besteht, die von einander getrennt und unter dem Namen Ruder (*rami*) bekannt sind. Je nach ihrer Lage unterscheiden wir ein Rückenruder (*f*, Fig. 245) und ein Bauchruder. Das erste hat die Form eines abgestutzten, abgeplatteten Kegels mit eiförmigem Querschnitt, der etwa um einen Millimeter vorragt und dessen oberer Rand zwei lamellare Verlängerungen (*g*) zeigt. Die Kegelspitze bietet eine Vertiefung, die durch eine Einstülpung des Gewebes gebildet wird, und einen Sack (Borstensack) vorstellt, in dessen Tiefe sich ein besonderes körniges Gewebe mit zahlreichen Kernen vorfindet; in diesem entstehen die einfachen Borsten, die in Bündelform aus den Sackrändern hervortreten. Dieses Rückenruder trägt thatsächlich nur unverzweigte, feste Chitinborsten, etwa 12 bis 20 in jedem Büschel. Diese Borsten zeigen bei starker Vergrösserung nach ihrer Spitze hin feine Zähnchen, die wir in Fig. 246 (*A*) in Aufsicht und im Profil gezeichnet haben; an ihrer Basis, am ganzen im Sacke verborgenen Theile sind die Borsten dagegen glatt. Diese Büschel von einfachen Borsten können durch Muskelbündel, welche von der Leibeswand ausgehen und sich an der Aussenseite jedes Borstensackes (*d*, Fig. 244) schief anheften, bewegt werden.

Fig. 246.



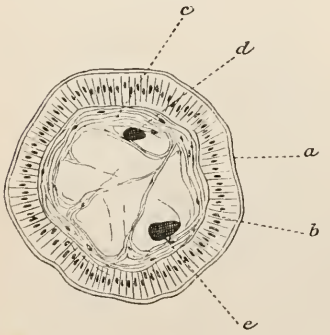
Arenicola piscatorum. *A*, Distalende der einfachen, im Rückenruder eingepflanzten Borstenbüschel, Seiten- und Flächenansicht; *B*, Hakenborsten in Querreihen im Bauchruder eingepflanzt.

Das Bauchruder oder untere Ruder ist näher an der Bauchseite, in geringer Entfernung vom vorigen, auf demselben Ringe und derselben Querlinie gelegen. Es ragt kaum hervor und spielt keinenfalls die Rolle eines Schwimmruders; es bildet ein kleines, langgestrecktes, ovales Wülstchen mit quer liegender grosser Axe, auf dessen Mittellinie sich eine Furche befindet, in welcher die kürzeren aber stärkeren Borsten eingewachsen sind. Wir haben sie gezeichnet (*B*, Fig. 246). Sie endigen mit einem abgestumpften Haken, und zeigen nach ihrer Mitte hin eine leichte Anschwellung; ihre allgemeine Form ist die

eines S. Während die Rückenborsten in Büscheln angeordnet sind, reihen sich die hakenförmigen Borsten des unteren Ruders in wechselnder Zahl, bis zu 20 in der Mittelregion (*g*, Fig. 244 und *e*, Fig. 245), an einander. Sie dienen dem Thiere wahrscheinlich, um sich im Sande in beliebiger Stellung aufrecht zu erhalten. Alle diese Borsten werden durch kalte Alkalien nicht verändert, man kann dieses Reagenz somit zu ihrer Präparation anwenden.

In der Rüsselgegend ist die Körperoberfläche mit zahlreichen kleinen bläschenförmigen Papillen besetzt, auf deren Querschnitt man die Cuticular- und Hypodermschicht wiedersehen kann und deren Inneres von einem Muskelbindegewebe ausgefüllt ist. Ein Querschnitt durch diese Papillen (*d*, *e*, Fig. 247) zeigt, dass sie zwei Blutgefässe enthalten, deren Anordnung derjenigen ähnlich ist, welche die Gefässe in den kleinen Aesten der Kiemenbüschel zeigen und die wir später beschreiben werden. Diese Aehnlichkeit lässt uns annehmen, dass diese Papillen in der Hautathmung eine wichtige Rolle spielen müssen.

Fig. 247.



Arenicola piscatorum. Querschnitt durch eine ampullenförmige Papille des Rüssels. *a*, Cuticula; *b*, Hypodermis mit cylindrischen Zellen; *c*, Muskelbindegewebe mit zahlreichen Kernen; *d*, *e*, Blutgefässe. (Man bemerke die Analogie dieser Figur mit derjenigen, welche den Querschnitt durch einen Kiemenzweig darstellt. Fig. 253, *A*.)

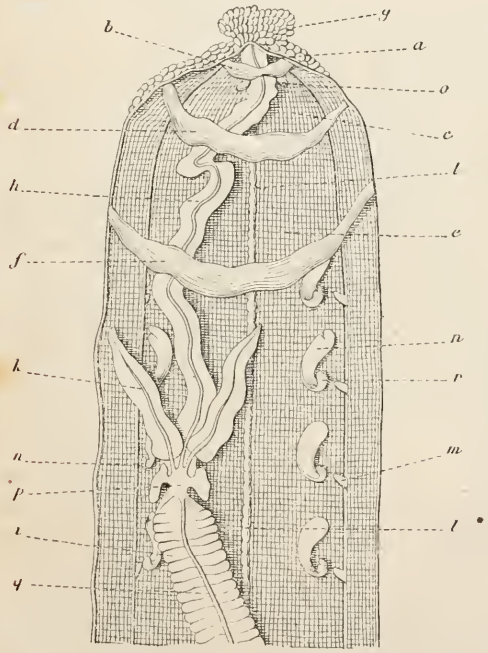
Die Leibeshöhle. — Die Leibeshöhle der *Arenicola* ist sehr geräumig und enthält eine die Eingeweide umgebende Flüssigkeit, in welcher die Fortpflanzungselemente in ungeheurer Zahl schwimmen, die wie eine Staubwolke austreten, wenn man das Thier bei seiner Geschlechtsreife öffnet. In der vorderen Abtheilung wird die Leibeshöhle durch drei dünne und durchscheinende Scheidewände in vier Kammern getheilt, die von vorn nach hinten an Grösse zunehmen; die Wände sind im Zustande der Erschlaffung, wie man sie bei der Zergliederung findet, nach vorn concav und nach hinten convex gekrümmt (*b*, *d*, *f*, Fig. 248). Man kann diese Scheidewände als Falten des Bauchfelles betrachten, die zwischen dem Darme und der Leibeswand ausgespannt sind und in ihrem Gewebe gekreuzte Muskelfasern zeigen. Die erste Kammer (*a*) oder Oesophagialkammer breitet sich über den ganzen Raum des ersten Ringes aus, die beiden folgenden Kammern entsprechen dem zweiten und dritten Ringe; die vierte Kammer endlich, oder die sehr weite Visceralkammer, breitet sich vom Anfange des vierten Ringes bis zum Beginne der

eigentlichen Schwanzregion aus, und schliesst einen grossen Theil des Darmes, seine Anhangsdrüsen, die Geschlechtsorgane etc. in sich ein.

Die Schwanzregion wird durch innere verticale Querwände in ebenso viele Kammern getheilt, als Ringe vorhanden sind. Die Scheidewände, zugleich mit derjenigen der ersten Kammer, sind die dicksten, und die Muskellamelle erlangt hier ihre grösste Mächtigkeit.

Die Leibeshöhle ist von einer feinen Muskelamelle bekleidet, welche sich zur Bildung der Querwände nach innen faltet. Sie wird von Muskelbrücken durchsetzt, die sich einerseits an die Ringmuskelschicht der Leibeswand, anderseits an die Darmwand anheften.

Fig. 248.



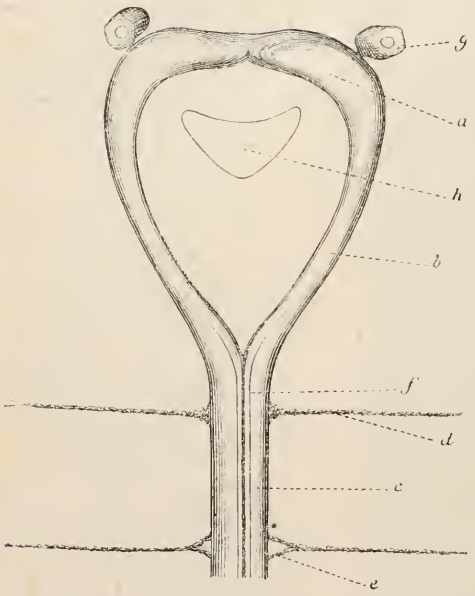
Vordertheil der *Arenicola*, auf der Rückenseite geöffnet, und die Anlage der Scheidewände oder Dissepimente zeigend. *a*, vordere kleinere Kammer; *b*, *d* und *f*, erste, zweite und dritte Scheidewand; *c* und *e*, zweite und dritte Kammer; *g*, Papillen des Rüssels; *h*, Speiseröhre; *i*, Darm; *k*, Sackdrüsen; *l*, Nervenkette; *m*, Borstensäcke; *n*, Segmentalorgane; *o*, vordere Drüsen; *p*, Herz; *q*, Rückengefäss; *r*, blasenförmiger Theil des Segmentalorganes.

Endlich breitet sich im hinteren Theile der Eingeweidekammer eine ebenfalls musculöse Lamelle schief zu beiden Seiten der Nervenkette (*h*, Fig. 244) bis in die Nähe der Borstensäcke aus, indem sie so die Leibeshöhle in drei Längskammern theilt; die eine, mittlere, enthält den Darm, die beiden anderen, seitlichen, enthalten die Segmentalorgane.

Das Nervensystem. Es besteht bei *Arenicola* aus einem die Speiseröhre umgebenden Ringe (Fig. 249 a. f. S.) und einem Bauchstrange (*l*, Fig. 248). Dieser letztere verdient nicht den Namen einer Ganglienkette, weil er sich bei den nicht eingezogenen Thieren wie ein schwach aufgeschwollenes Band mit ovalem Querschnitte (*i*, Fig. 244) zeigt, das hinten etwas schmäler

ist als vorn. Es ist wahr, dass die Zusammenziehung durch die Einwirkung der Härtungsmittel (Alkohol, Chromsäure) eine abwechselnde Zuschnürung und Erweiterung zur Folge hat, was ihm das von einigen Autoren beschriebene ganglienartige Aussehen verleiht. Der Bauchstrang verläuft auf der Mittellinie der Bauchseite von einem Körperende zum anderen. Es hält schwer, ihn seiner ganzen Länge nach zu isoliren, weil er zwischen die Längsmuskeln eingesenkt ist, und weil, wie die Querschnitte zeigen, die Ringmuskelschicht, auf welcher er aufliegt, stellenweise so dünn ist, dass er an die Epidermis anstösst; man ist somit gezwungen, ihn an seiner Stelle, auf durch Glycerin geklärten Lappen der Leibeswand zu studiren.

Fig. 249.



Arenicola piscatorum. Schlundring und Anfang des Bauchstranges. *a*, superoesophagiale Erweiterung (Gehirn der Autoren); *b*, Connectiv des Schlundringes; *c*, Bauchstrang; *d*, davon abgehende Nerven; *e*, gabelförmige Wurzel eines Nerven; *f*, Riesenfasern, auf der Oberseite des Bauchstranges verlaufend; *g*, Otocysten; *h*, Lumen des Rüssels.

Vom Bande aus gehen ausserordentlich zarte Nerven ab, deren Zergliederung viel schwieriger ist als bei den anderen Anneliden. Diejenigen, welche sie studiren wollen, thun gut, den Wurm vorher mit einer zehnprocentigen Salpetersäurelösung zu behandeln. Bei ausgewachsenen Individuen kann man die Nervenfäden bei durchfallendem Lichte direct sehen, da eine körnige Bindegewebescheide sie, wenigstens in der Nähe ihrer Ausgangspunkte von den umgebenden Geweben gut abhebt. Diese Nerven, welche sich in die Muskelschichten der Leibeswand, in die Hauptanhänge, Borsten, Kiemen etc. (Fussnerven) begeben, gehen paarweise vom Bauchstrange ab; einige unter ihnen scheinen zwei Wurzeln zu besitzen, wie sie (*e*, Fig. 249) zeigt. Wir haben ihren peripherischen Verlauf nicht weiter verfolgt.

Nach dem vorderen Ende hin theilt sich der Bauchstrang in der Oesophagialkammer in zwei Theile, indem er immerhin der Leibes-

wand anliegen bleibt; er umgiebt die Speiseröhre, indem er um sie herum einen wenig deutlichen Ring bildet, der nach oben (*a*, Fig. 249) schwach eiförmig angeschwollen ist. Diese Anschwellungen lassen sich kaum als eigentliche Ganglien ansehen, da sie bei vielen Individuen kaum breiter sind als das Verbindungsstück. Das Gebilde ist immerhin dem Schlundringe der anderen Anneliden homolog, aber bedeutend verkümmert, weil *Arenicola* weder Fühler noch Augen etc. besitzt. Es ist uns selbst nicht gelungen, an diesem Ringe die Abzweigung anderer als der übrigens sehr kurzen Nerven darzuthun, welche sich in die, in seiner unmittelbaren Nähe gelegenen Otocysten begeben. Das Studium der rudimentären Nerven, welche ohne Zweifel im Ringe entstehen, ebenso ihre Homologie mit denjenigen, welche die Zergliederung bei den frei lebenden Anneliden nachgewiesen hat, könnte nur durch die Methode, Schnitte in verschiedenen Richtungen zu machen, unternommen werden; was indessen unseres Wissens bis jetzt noch nicht ausgeführt wurde.

In seiner Gesammtheit ist das Nervensystem der *Arenicola* demjenigen des Regenwurmes sehr ähnlich, besonders in dem Sinne, dass, wie bei letzterem, die Elemente, aus denen es gebildet ist, Zellen und Nervenfasern sich auf seiner gesammten Länge zerstreut vorfinden. Von einem Ende des Bauchstranges zum anderen, sowie auf dem Oesophagialringe begegnet man oberflächlichen Zellen, welche die Faserbündel umgeben; sie zeigen sich nur etwas häufiger zu beiden Seiten und auf der Unterseite, als auf der Oberseite. Das Ganze ist von einer sehr weichen, bei alten Individuen stark pigmenthaltigen Bindegewebsscheide umgeben.

Auf der Oberseite des Bauchstranges, in der Mittellinie, verlaufen einander parallel zwei lange, röhrenförmige Riesenfasern (*k*, Fig. 244 und *f*, Fig. 249), welche sich auf der Höhe des Oesophagialringes von einander entfernen und in den Connectiven enden. Sie sind denjenigen ähnlich, welche wir beim Regenwurm beschrieben haben.

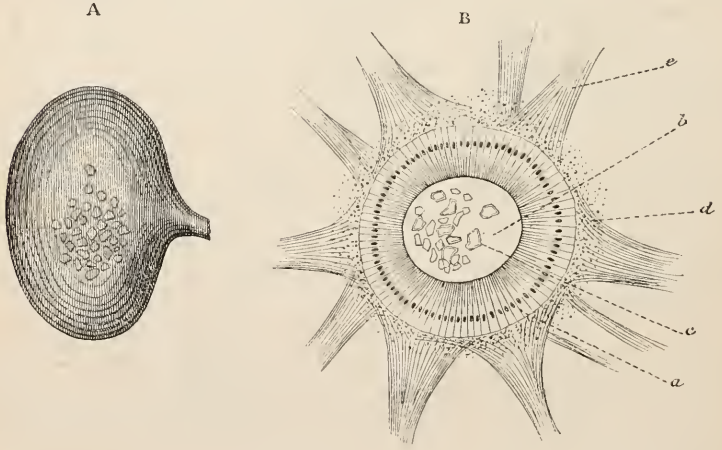
Sinnesorgane. — *Arenicola* besitzt keine Augen, dagegen sind Gehörorgane vorhanden, welche den bei den Mollusken allgemein bekannten Otocysten ähnlich sind. Auf jeder Seite des Rüssels gegen die Rückenseite des Schlundringes liegt eine Otocyste, welche über diesem Ringe durch Muskelbündel befestigt wird (*g*, Fig. 249).

Jede Otocyste (*a*, Fig. 250 a. f. S.) hat das Aussehen eines eiförmigen, oder häufiger sphärischen Bläschens, dessen Wände durch eine Lage grosser cylinderförmiger Zellen (*A*) gebildet werden. Diese Zellen sind analog denjenigen der Hypodermschicht, und ihre Kerne, welche auf derselben Höhe gelegen sind, zeigen auf dem Schnitte eine Ringlinie. Das Bläschen wird von einem lockeren und körnigen Bindegewebe eingeschlossen (*d*); sein Inneres ist von einer durch-

sichtigen Flüssigkeit angefüllt, in welcher an Form und Grösse verschiedene (*c*), bald freie, bald an einander geklebte Otolithen herumschwimmen. Es ist uns nicht gelungen, uns von der Gegenwart von Wimperhaaren zu überzeugen, wie sie von einigen Autoren angegeben werden; sehr feine Schnitte zeigen an ihrem inneren Rande immer eine sehr deutliche Grenze; ist aber der Schnitt nicht sehr dünn und schief zur grossen Axe der Zellen, so zeigt er wirklich ein Aussehen wie Wimpern, besonders wenn man nicht genau eingestellt hat.

Die Otocyste ist in eine körnige Masse eingesenkt, und von radiär angeordneten (*e*) Muskelbündeln eingeschlossen. Secirt man mit einer feinen Scheere, und gelingt es, sie ganz zu isoliren, so sieht man, dass sie seitlich gegen den Oesophagialring hin ein Anhängsel trägt (*A*, Fig. 250), durch welches der Nerv eintritt.

Fig. 250.



Arenicola piscatorum. *A*, Gehörkapsel oder ganze Otocyste in Glycerin geklärt, im Inneren sieht man die Otolithen schwach durchschimmern. *B*, Querschnitt durch die Otocyste; *a*, Cylinderzellenschicht; *b*, Kapselhöhle mit einer durchscheinenden Flüssigkeit angefüllt; *c*, Otolithen von verschiedener Form und Grösse; *d*, gekörnte Substanz; *e*, strahlige Muskelbündel.

Der Verdauungscanal. — Der Darm durchsetzt in gerader Linie die ganze Körperlänge; seine Wände sind sehr dünn, so dass man sie beim Oeffnen des Thieres leicht zerreisst, was man jedoch vermeiden kann, indem man mit der Pincette die Leibeswand nur schwach emporhebt und die Scheere nur wenig einsenkt. Der Darm beginnt mit einem unbewaffneten, am Ende eines ausziehbaren Rüssels gelegenen Munde; der Rüssel erreicht im Maximum eine Länge von 2 cm. In der Nähe des Mundes verdickt sich die Ringmuskelschicht

beträchtlich, der Mund führt in eine cylindrische Speiseröhre, welche in ihrer Mitte schwach erweitert ist, sich aber nach hinten an der Einmündungsstelle der Ausfuhrcanäle zweier Drüsen verengt, welche die Form zweier spitzen Säcke haben (*k*, Fig. 248 und *l*, Fig. 251), deren geschlossene Enden sich nach vorn richten. Im Uebrigen enthalten wir uns der Deutung über die Natur und Verrichtung dieser Drüsen, welche von den Autoren, die *Arenicola* untersucht haben, auf sehr mannigfache Art gedeutet wurden; wir begnügen uns zu sagen, dass sie offenbar drüsige Wände besitzen und eine weissliche oder gelbliche Flüssigkeit absondern, die bei der Verdauung wahrscheinlich eine Rolle spielt. Ihrer Lage nach könnten sie den Morren'schen Drüsen der Oligochaeten homolog sein (siehe S. 464).

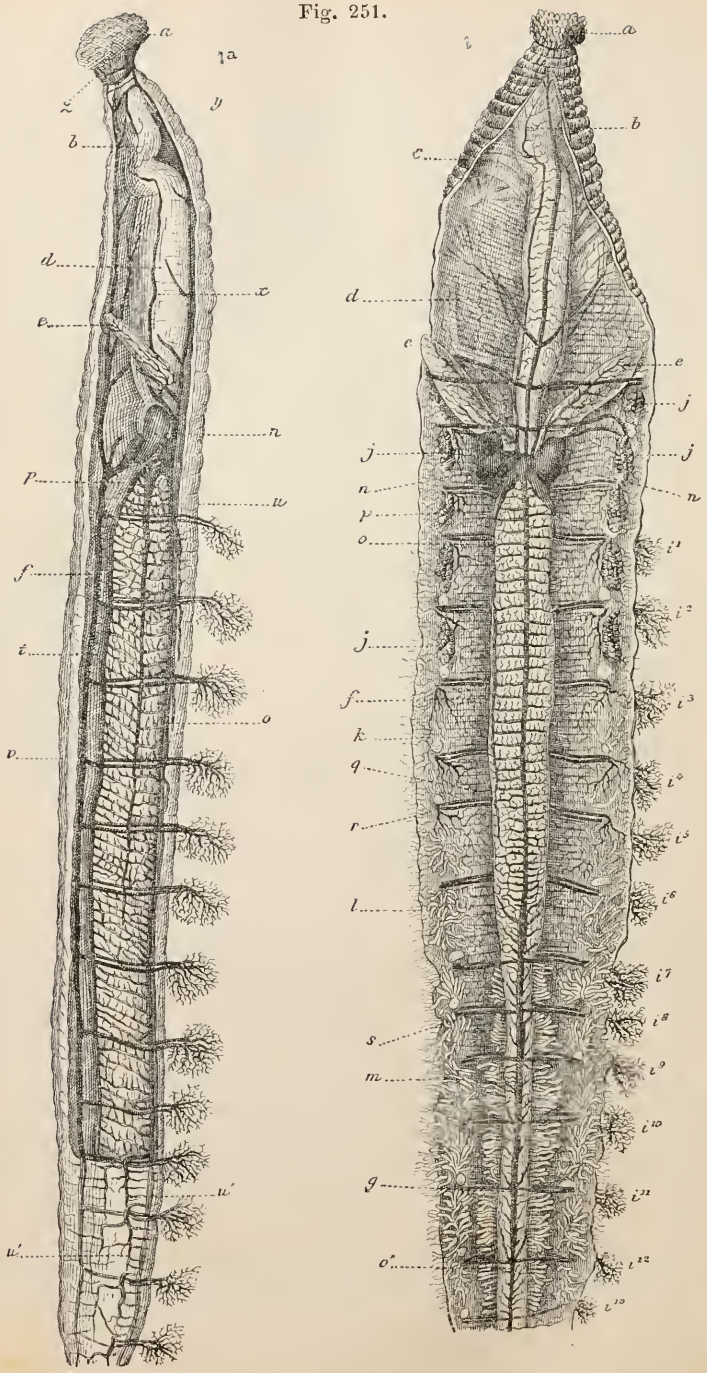
Hinter der Speiseröhre erweitert sich der Verdauungscanal beträchtlich (*i*, Fig. 248), er nimmt eine gelbliche Färbung an, welche der Gegenwart einzelliger Drüsen zuzuschreiben ist, die an die chloragogenen Zellen der Regenwürmer erinnern; ihre Bedeutung ist indessen noch nicht besser bekannt. Dieser verbreiterte Theil des Darmes dehnt sich über die ganze Länge der Kiemenregion aus, und schwimmt frei in dem vorderen Theile der Leibeshöhle. Es ist ohne Zweifel der für die Verdauung wichtigste Darmabschnitt, und deshalb können wir ihn als Magen bezeichnen. Während die Wände der Speiseröhre aussen glatt sind, sind diejenigen des Magens durch zahlreiche Querfurchen geringelt.

In der Caudalregion setzt sich der Verdauungscanal durch den Afterdarm fort, der abwechselnd an den Anheftungspunkten der verticalen Scheidewände verengt ist, welche in dieser Region die Leibeshöhle in eine grosse Anzahl von Kammern theilen; der Darm endigt sodann im letzten Ringe mit dem After.

Die verschiedenen Abschnitte des Verdauungscanals lassen sich genau nach ihrer inneren Structur abgrenzen, aber bis jetzt ist ihre Histologie noch nicht genauer erörtert worden. Die Gegenwart des Sandes im Darme macht dieses Studium sehr schwierig. Von einem Ende zum anderen ist der Darm von einem Epithelium bekleidet (*m*, Fig. 244), welches aus langen und schmalen cylinderförmigen Zellen zusammengesetzt ist, die einen eiförmigen Kern einschliessen; die Dicke dieses Epitheliums ändert sehr, je nach der Lage des Punktes, den man prüft; sie ist viel beträchtlicher in der Speiseröhre, als im eigentlichen Darme. Die Schnitte durch die Speiseröhre zeigen kegelförmige Zellen, da die Epithelialschleimhaut im Inneren reichlich gefältelt ist. Am hinteren Ende der Speiseröhre sind die Falten der Schleimhaut so beträchtlich, dass das Lumen des Canales dadurch stark verengt wird.

Das Epithelium scheidet wie beim Regenwurm eine dünne, innere Cuticula aus und ist nach aussen von einer doppelten Muskel-

Fig. 251.


a
1a
z
y
b
d
x
e
n
p
w
f
t
o
v
u'
u''
i
a
b
c
d
e
e
j
j
j
n
n
p
o
i¹
i²
j
f
i³
k
q
i⁴
r
i⁵
i⁶
l
i⁷
i⁸
s
m
i⁹
i¹⁰
g
i¹¹
o'
i¹²
i¹³

schicht bedeckt, die ihre grösste Mächtigkeit in der Speiseröhre erreicht, wo man leicht feststellen kann, dass im Inneren Ringfasern, aussen Längsfasern verlaufen. Zwischen diese Lamellen schiebt sich in der Magengegend allmälig ein reichliches Blutgefässnetz ein, welches den Darm roth färbt und die Aufnahme der verdauten Substanzen vermittelt.

Das Gefässsystem. — Das Blut der *Arenicola* ist von lebhaft rother Farbe und färbt die Gefässe sehr schön, so dass sie beim Oeffnen des frischen Thieres sofort in die Augen fallen. Es fliesst in einem geschlossenen Gefässapparate, dessen Verlauf vermittelst Einspritzungen durch feine gläserne Spritzröhren verfolgt werden kann. Nie sind uns in Roscoff genugsam durchscheinende Individuen begegnet, die ein directes Studium der Circulation erlaubt hätten, wie Claparède es an kleineren Exemplaren aus dem Golfe von Neapel gemacht haben will. Die beste Beschreibung dieses Systems verdanken wir H. Milne-Edwards; wir begnügen uns sie hier wiederzugeben.

Das Gefässsystem besteht aus drei um den Darm herumgelegenen Längsstämmen, welche zugleich mit dem Herzen den mittleren Theil des Apparates ausmachen.

a) Das Rückengefäss (*o*, o^1, Fig. 251), welches man zuerst bemerkt, verläuft über die ganze Körperlänge in der Mittellinie der Rückenseite des Darmes. Sein Durchmesser ist in der Kiemengegend am beträchtlichsten; es nimmt nach den Enden hin ab und verzweigt sich vorn nach dem Schlundringe hin, um durch seine Verästelungen mit den entsprechenden Zweigen des Bauchgefässes in Verbindung zu treten.

Das Rückengefäss ist zusammenziehbar, und das Blut circulirt darin von hinten nach vorn.

b) Das Bauchgefäss (*t*, Fig. 251) verläuft unter dem Darme, mit welchem es in der Kiemengegend durch eine Falte des Bauchfells verbunden ist, während es in der Schwanzgegend ihm eng aufliegt. Es verläuft wie das vorige über die ganze Körperlänge, und seine Verzweigungen münden mit ihren Enden in diejenigen des Rückengefässes ein. Der Blutstrom geht darin von vorn nach hinten.

Fig. 251. — *Arenicola piscatorum*, rechts Rückenansicht, links Seitenansicht des Kreislaufsapparates (nach Milne-Edwards). Die Buchstaben bedeuten in beiden Figuren dasselbe. *a*, Rüssel mit Papillen besetzt; *b*, Schlundkopf; *c*, Einziehmuskeln desselben; *d*, Speiseröhre; *e*, *e*, sackförmige Drüsen, die sich am hinteren Ende der Speiseröhre öffnen; *f*, Magen; *g*, Darm; *i*, *i*, die dreizehn Kiemenpaare; *k*, Borstensäcke von aussen gesehen; *l*, *m*, Trauben von chloragogenen Zellen; *n*, *n*, Herzkammer; *o*, Rückengefäss; o^1, Abdominaltheil des Rückengefässes; *p*, seitliche Darmgefässe; *q*, Hauteapillarnetz; *r*, *r*, zu- und abführende Kiemengefässe; *s*, abführende Kiemengefässe, welche sich ins Rückengefäss begeben; *t*, Bauchgefäss; *v*, ventrale Hautgefässe, zu beiden Seiten des Nervenstranges verlaufend; *x*, seitliche Schlundgefässe; *y* und *z*, vordere Vereinigung der Rücken- und Bauchgefässe.

c) Das Subintestinalgefäss (*x*, Fig. 244) ist dem vorhergehenden parallel, liegt direct über demselben und ist so stark mit den Darmwänden verwachsen, dass es beinahe unmöglich ist, es davon loszulösen. Es empfängt in den sechs ersten Segmenten der Kiemenregion von jeder entsprechenden Kieme ein zuführendes Gefäss.

Ausser diesen Hauptstämmen ist auf jeder Seite des Magens, ungefähr in gleicher Entfernung von der Bauch- und Rückenseite, ein den vorigen paralleles Seitengefäss vorhanden, welches mit dem Rücken- und Subintestinalgefässe durch Queräste verbunden ist. Es verdünnt sich nach hinten und verliert sich vorn im Capillarnetz des Darmes; neben dem Herzen erweitert es sich, und indem es sich mit seinem entsprechenden Parallelgefässe vereinigt, bildet es auf der Mittellinie eine Art Vorkammer, welche mit den noch zu besprechenden Ventrikeln durch zwei sehr kurze Canäle in Verbindung steht (Fig. 251). Ausserdem finden wir noch auf jeder Seite des Schlundes, vor dem Herzen, zwei dünne Längsgefässe, die seitlichen Schlundkopfgefässe (Fig. 251).

Arenicola besitzt ebenso wie eine kleine Anzahl anderer Polychaeten ein centrales Bewegungsorgan für den Kreislauf, nämlich ein ausserordentlich zusammenziehbares Herz, das aus zwei nierenförmigen, zu jeder Seite der Speiseröhre, hinter den sackförmigen Drüsen gelegenen Herzkammern zusammengesetzt ist. Jede Kammer empfängt Blut aus dem Rückengefässe sowohl als auch aus den Seitengefässen, welche sich ausdehnen, um, wie wir gesagt haben, die mittlere Vorkammer zu bilden, und endlich aus dem Subintestinalgefäss. Die Pulsschläge der Herzkammern treiben das Blut in das Bauchgefäss, mit welchem jede von ihnen durch einen kurzen, schief nach unten und hinten laufenden Canal verbunden ist.

Peripherische Gefässe. — Die soeben erwähnten Längsstämme geben und empfangen alle zahlreiche Querzweige, welche sich um die Organe herum unendlich fein verzweigen und sehr reichliche Capillarnetze bilden.

Man kann im Allgemeinen das Bauchgefäss als die hauptsächlichste Körperarterie betrachten, da die Richtung des Blutstromes in den davon abzweigenden Gefässen in Bezug auf das Herz eine centrifugale ist. Das Rückengefäss, in welchem im Gegentheil der Blutlauf centripetal ist, muss somit als Hauptkörpervene betrachtet werden.

Immerhin enthält das Bauchgefäss zum grösseren Theil venöses Blut. Es giebt thatsächlich in jedem Ringe der ganzen Kiemenregion ein Paar seitlicher Zweige ab, welche die zuführenden Kiemengefässe sind, und sich direct zu den entsprechenden Kiemen begeben. Die Triebkraft, welche hier dem Blute eigen ist, rührt ausschliesslich von den Zusammenziehungen der Herzkammern her, da das Bauchgefäss selbst nicht contractil ist. Um aber durch die ab-

führenden Kiemengefässe zurückzukommen, wird die Bewegung des hämatisirten Blutes durch die Zusammenziehungen der Kiemen selbst befördert.

Jedes abführende Kiemengefäss giebt, nachdem es in den Körper zurückgekehrt ist, einen Hautast ab, welcher sich nach hinten begiebt und sich an der Leibeswand in zahlreiche Aeste verzweigt, welche gegenseitig in einander einmünden. Nach Abgabe dieser Zweige setzen die abführenden Gefässe ihren Weg fort, diejenigen der sieben hinteren Kiemenpaare, um in das Rückengefäss, und diejenigen der sechs vorderen Paare, um in das Subintestinalgefäss einzumünden (Fig. 251).

Wie wir schon wissen, geben diese beiden letzten Gefässe, die folglich arterielles Blut enthalten, eine Menge von Zweigen ab, welche sich in der Darmwand verzweigen und in einander einmünden. Diese Einrichtung bewirkt, dass das aus den Kiemen austretende Blut unmittelbar zwei entgegengesetzte Richtungen nimmt, eine peripherische zu dem Hautnetze und eine tiefere zu dem Darmnetze.

Fig. 252.

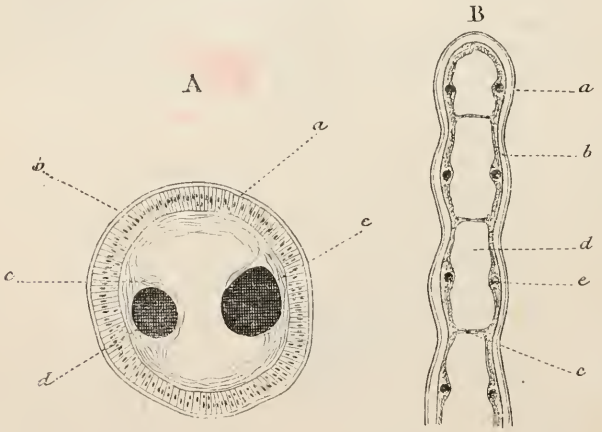
Ein von der Leibeswand abgetrennter Kiemenbüschel der *Arenicola*.

Kiemen. — In Wirklichkeit ist das Hautcapillarnetz lange nicht so reichlich, wie wir es beim Regenwurme gesehen haben; die Hautathmung tritt also mehr zurück. *Arenicola* besitzt dreizehn Paare Rückenkiemen vom siebten bis neunzehnten Leibesringe (*b*, Fig. 242; i^1 bis i^{13}, Fig. 251). Immer haben wir ihre Zahl beständig gefunden, nur ist das erste Paar im Allgemeinen kleiner als die anderen, und oft sogar so schwach entwickelt, dass es dem Auge eines oberflächlichen Beobachters entgehen kann. Die mittleren Kiemen sind die längsten und buschigsten (Fig. 252).

Beobachtet man eine lebende *Arenicola* unter Wasser, so treten die Kiemen durch ihre schöne rothe Farbe sofort ins Auge. Das Thier bewegt sie beständig, und mit einer starken Lupe gelingt es, den doppelten Kreislauf darin gut zu unterscheiden. Jede Kieme besteht aus einem sehr kurzen hohlen Basalaste, welcher sich fast unmittelbar auf der Körperoberfläche in acht bis zwölf Secundäräste verzweigt, die

ihrerseits sich wieder in zahlreiche sehr feine Zweige vertheilen, welche in verschiedenen Ebenen ausgebreitet sind, so dass ihre Gesammtheit den Anblick von dichten Büscheln darbietet. Die Aeste sind gewöhnlich quer geringelt, und jeder Zweig hat die Form einer Röhre, die unter dem Mikroskope leichte Anschwellungen zeigt. Er schliesst zwei Gefässe in sich ein, ein zuführendes und ein wegführendes (*A*, *d*, *e*, Fig. 253), welche durch Querzweige, deren Lumina man in Längsschnitten sieht (*B*, *e*, Fig. 253), verbunden sind. Quer- und Längschnitte lassen erkennen, dass die Gefässe von einem Bindegewebe umgeben sind, welches zahlreiche Muskelfasern enthält. Die Kiemenhülle besteht aus einer Cuticular- und einer Hypodermschicht, welche beide, wie in den Rüsselpapillen, aus cylindrischen Zellen zu-

Fig. 253.



Arenicola piscatorum. *A*, Querschnitt durch einen Kiemenzweig; *a*, Cuticula; *b*, Hypodermis; *c*, Muskelbindegewebe, welches das Innere der Kiemenhöhle auskleidet; *d* und *e*, die beiden zu- und abführenden Gefässe. *B*, Längsschnitt durch denselben Zweig; *a*, Cuticula; *b*, Hypodermis; *c*, Muskelbindegewebe, das sich einwärts biegt, um die Querwände zu bilden; *d*, Kiemenhöhle, *e*, Lumina der Quergefässe.

sammengesetzt sind (*A*, *a*, *b*, Fig. 253). Wir können somit die Kiemen als übermässig entwickelte Hautpapillen betrachten.

Absonderungsorgane. — Diese Organe (*n*, Fig. 248 und 254), welche nach einander für Leber, Geschlechtsdrüsen etc. gehalten wurden, scheinen beim ersten Anblicke nach einem ganz anderen Plane gebaut zu sein, als dieselben Organe bei den anderen Anneliden. Wir werden indessen sehen, dass es sich in Wirklichkeit nicht so verhält.

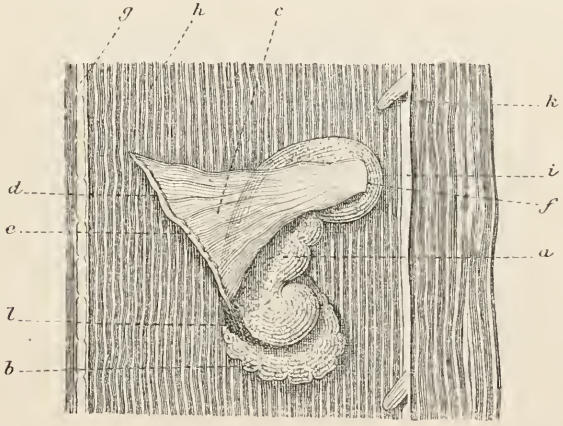
Oeffnet man den Wurm, so sieht man in der Nähe und etwas hinter den Anheftungslinien der Rückenborsten auf jeder Seite sechs Paare eiförmiger Organe. Auf jeden Ring entfällt ein Paar; vier gehören

der Halsregion und zwei der Kiemenregion an; sie breiten sich demnach vom vierten bis zum zehnten Ringe aus. Drei Theile lassen sich daran unterscheiden: der Trichter (*c*, Fig. 254), die Blase (*a*) und ein drüsenartiger Anhang (*b*), der von der Blase durch eine quere Einschnürung getrennt ist.

Die beiden letzten Theile sind die auffälligsten; da der mit äusserst zarten Wänden versehene Trichter eng an der Blase anliegt, hat man grosse Mühe ihn auszubreiten.

Die Blase (*a*) hat die Gestalt einer Bohne, ist dünnwandig und von weisslicher Farbe, ihre convexe Seite ist nach innen, d. h. nach der Nervenkette hin gerichtet. An ihrem vorderen Rande mündet sie mit einer sehr kleinen Oeffnung aus, die sich durch einen Schliessmuskel

Fig. 254.



Arenicola piscatorum. Ein Segmentalorgan der rechten Seite. *a*, Blase; *b*, drüsenartiger Anhang; *c*, Trichter; *d*, Unterlippe der Trichteröffnung; *e*, Oberlippe der Trichteröffnung; *f*, Einmündungsstelle des Trichters in die Blase; *g*, Nervenstrang; *h*, Längsmuskeln; *i*, Insertionslinie der Borsten; *k*, Borstensäcke; *l*, Anhäufung von Geschlechtszellen.

öffnet und schliesst; dieser Muskel befindet sich neben und an den Rückenborsten. Bei macerirten Thieren gelingt es, vom Inneren der Blase eine Borste durch die Oeffnung zu ziehen. Die Blase, wie auch die Gesammtheit des Organs ist von einer Bauchfellfalte überzogen, welche Muskelfasern in sich schliesst.

Unter und hinter der Blase, aber in enger Verbindung mit derselben, befindet sich eine drüsige Masse mit regelmässigen Umrissen und warzenförmiger Oberfläche, die an ihrem vorderen Rande mit der Blase in Verbindung steht (*b*, Fig. 254). Die Drüse ist hohl und schliesst weisslichen Schleim ein, der wahrscheinlich ihr Ausscheidungsproduct ist. Innen ist sie von einem körnigen Epithelium ausgekleidet

und aussen von einem äusserst reichlichen Gefässnetze umgeben. Die histologische Structur dieses Organs lässt sich wegen der ungemeinen Zartheit der Gewebe nur schwer untersuchen.

Endlich mündet an der Rückenseite der Blase der Trichter ein, welcher diese mit der Leibeshöhle in Verbindung setzt (*c*, Fig. 254). Dieses Organ hat die Form eines abgestutzten Kegels und besitzt sehr dünne, reichlich mit Gefässen versehene Wände. Mit der Spitze und einer seiner Seiten ist es an der Blase befestigt. Die Basis des Kegels bildet eine sehr weite, durch zwei Lippen begrenzte Spalte. Die eine obere Lippe ist dick, zierlich ausgeschweift und ihrer ganzen Länge nach mit Wimperhaaren bekleidet, welche durch ihr Spiel die in der Leibeshöhle herumschwimmenden kleinen Körperchen anziehen. Aehnlich ist es mit der unteren Lippe, nur ist diese dünner und weniger ausgeschweift als die vorige. Die Trichterwände sind im Inneren gänzlich mit einem Wimperepithelium ausgekleidet; die Bewegung der Wimpern geht immer von innen nach aussen, nämlich von der Leibeshöhle gegen die Spitze des abgestumpften Kegels hin, dessen Inhalt auf diese Weise in die Blase und von da durch die weiter oben erwähnten Ausführungsporen nach aussen entleert wird.

Zur Fortpflanzungszeit sind die Segmentalorgane, Trichter und Blase, mit reifen Eiern und Spermazellen angefüllt. Es ist demnach gewiss, dass sie zur Ausstossung dieser Producte dienen, wie wir es übrigens mit eigenen Augen gesehen haben. Ein Weibchen entledigte sich in einem unserer Becken in Roscoff seiner Eier; man sah sie durch die Ausführungsporen ähnlich einem gelblichen Staube austreten. Uebrigens kann man die Eierabsonderung selbst hervorrufen und bewerkstelligen, indem man auf die Seiten des Thieres einen leichten Druck ausübt.

Verglichen mit den Segmentalorganen des Regenwurms, scheinen diejenigen der *Arenicola* beträchtlich einfacher zu sein. Die langen Schlingencanäle werden durch den drüsenartigen Blasenanhang ersetzt; der Trichter entspricht dem gleichnamigen Organe; er öffnet sich durch einen kurzen, aber breiten Canal, der direct auf der Blase aufsitzt. Dieser Canal lässt sich mit dem ausgebauchten Endabschnitte des Ausführungscanals des Regenwurms vergleichen.

Was die von Cosmovici gegebene Deutung der Blase anbetrifft, wonach dieselbe dem Bojanus'schen Organe der Mollusken ähnlich sei, so müssen wir gestehen, dass sie uns nicht auf ernsthaften Thatsachen zu beruhen scheint. Die Histologie der Segmentalorgane der *Arenicola* bleibt noch zu untersuchen übrig.

Geschlechtsdrüsen. — Die Geschlechter sind getrennt, jedoch haben die Geschlechtsorgane bei den Männchen und Weibchen dasselbe Aussehen und dieselbe Lage, so dass wir sie zusammen beschreiben können.

Die Ovarien und die Hoden entstehen einfach aus der Umbildung von Peritonealzellen, welche auf dem unteren und inneren Rande der Blase der Segmentalorgane (*k*, Fig. 254), sowie auf der Verlängerung der Kegelbasis des Trichters sich finden. Zur Fortpflanzungszeit bilden diese Zellen an diesen Punkten kleine ei- oder kegelförmige Massen, die mit ihren unteren Theilen an einem sich zu den Segmentalorganen begebenden Aste der Kiemenarterie angeheftet sind; die grössten und reifsten Zellen sind dem Anheftungspunkte entgegengesetzt. Sie bilden über der Oberfläche der Masse einen Vorsprung und beginnen bald sich vollständig davon abzulösen, um in der Eingeweidehöhle herumzuschwimmen, wo man sie beim Oeffnen des Thieres in verschiedenen Entwickelungsgraden antrifft.

Die Zoospermen entstehen in Folge einer Segmentation des Protoplasmas der Mutterzellen, ungefähr ähnlich, wie Bloomfield dies beim Regenwurme beschrieben hat. Man sieht in der That in der Eingeweideflüssigkeit Spermazellen, die dasselbe Aussehen haben, wie die in Fig. 238, *B* dargestellten.

Die Art, welche wir hier als Polychaetentypus gewählt haben, giebt zwar einen guten Begriff von der Gruppe der sitzenden Ringelwürmer, bildet aber doch eine Art Uebergang zu den frei schwimmenden, auf deren Charaktere wir in diesen allgemeinen Bemerkungen näher eintreten wollen.

Der Körper der Polychaeten ist äusserlich immer in Ringe oder Zoniten getheilt, die mit den inneren Abschnitten mehr oder weniger genau übereinstimmen. Oft verschwindet die Ringbildung vollständig in der Caudalregion, z. B. bei den Hermelliden. Die beiden vorderen Segmente (Kopf- und Mundsegment) sind oft verwachsen, und nach Form und Anhängen von den anderen verschieden; sie allein bilden den Kopf, der bald klein (*Polydora*), bald gross und wohl abgesetzt ist (*Nereis, Eunice*).

Die Anhänge des ersten Segmentes sind von sehr verschiedener Form, fadenförmig bei *Eunice*, kegelförmig bei *Nereis* etc. Man kann sie unter dem Namen Antennen von den Anhängen des Mundsegmentes, den Mundfühlern oder Tentakeln unterscheiden. Im Uebrigen können diese Anhänge, wie wir bald sehen werden, den verschiedensten Functionen angepasst werden, sie können als Greif-, Tast-, Athmungs-, Brutorgane etc. dienen, und sind im Allgemeinen bei den Röhrenbewohnern besser entwickelt als bei den Freischwimmenden (*t*, Fig. 255 a. f. S.). Bei einigen Röhrenbewohnern (*Sabelliden*) bemerkt man oft ausser den Querfurchen eine bauchständige Längsrinne (Copragog-Furche), welche vom After ausgeht und die Excremente vermittelst der Bewegung der sie bedeckenden Wimpern nach aussen befördert.

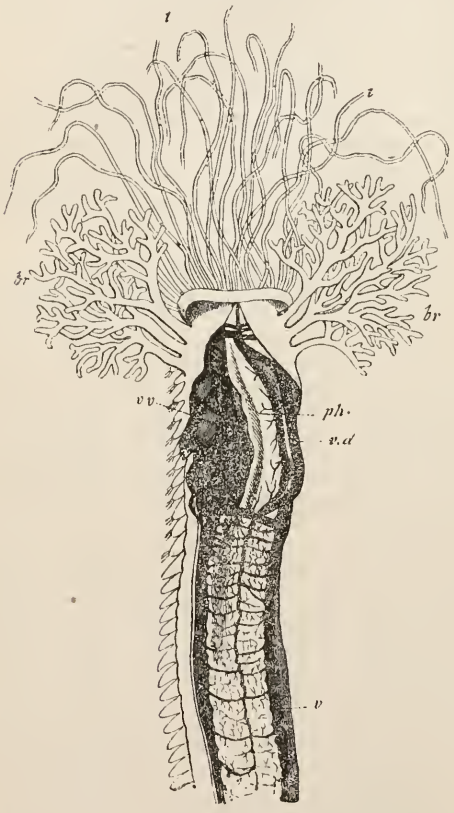
Die Unterscheidung der verschiedenen Körperregionen ist nicht immer leicht, und hängt natürlich von der allgemeinen Körperform ab. Der Körper ist bald oben und unten gleich dick, cylindrisch oder abgeplattet und die Segmente sind gleichartig (*Nereis*), bald ist er eiförmig (*Aphrodite, Hesione*), bald vorn dick und hinten schmal (*Terebella*). Sind die Kiemen gut ausgebildet und auf mehrere Ringe vertheilt, so heisst die Gesammtheit dieser Ringe Abdominalregion. Auch unterscheidet man oft eine Caudalregion, welche weder Füsse noch Borsten trägt (*Arenicola, Hermella*).

Die für die Ordnung charakteristischen Scheinfüsse oder Parapodien sind Hautauswüchse, die ein oder zwei Wärzchen bilden, welche an ihrer Spitze

eine Vertiefung haben, in welcher ein oder mehrere Borstenbüschel eingewachsen sind. In diesen Büscheln unterscheidet man oft (*Sylliden*) eine Borste, die länger und dicker ist als die anderen und den Namen Stachelborste (*Acicula*) führt. Sind die Parapodien wohl entwickelt, so dienen sie als Füsse oder Ruder; sie sind fast immer mit tentakelförmigen Anhängen, den sogenannten Cirrhen versehen.

Die Form der Borsten ist unendlich verschieden und dient in der Zoologie häufig zur Unterscheidung der Familien und Gattungen. Die Borsten sind lanzett-, kamm-, korkzieher-, haken-, zahnförmig u. s. w., sie sind selbst an den verschiedenen Körpertheilen desselben Individuums verschieden. So sind sie beispielsweise bei Terebella auf der Oberseite einfach, und auf der unteren (Fig. 256) hakenförmig, welche Hakenform sich häufig bei den Bauchborsten der Tubicolen findet und ihnen zur Festhaltung an ihren Röhren dient. Bei *Avenia* zum Beispiel sind die Fixationshaken in Längsreihen angeordnet, und Claparède hat berechnet, dass ein einziges Individuum deren mehr als hundertfünfzigtausend besitzt. Bei Aphrodite haben diese Borsten das Aussehen langer, schillernder Haare, die diesen Würmern ihre prächtigen Farben ertheilen. Diese Organe von chitinartiger Consistenz stecken in einer Hautfurche und werden durch besondere Muskeln bewegt. Zu denselben Oberhautbildungen gehören die Uncialplatten der Terebellen (Fig. 256), die wie die Borsten sich auf Kosten einer einzigen Zelle zu bilden scheinen.

Fig. 255.



Terebella nebulosa. (Das Thier ist vom Rücken aus geöffnet.) *t*, Tentakeln nur theilweise gezeichnet; *br*, drei Paare Kiemen; *ph*, Muskeltheil des Schlundes; *v*, Darm; *vd*, Rückengefäss; *vv*, Bauchgefäss. (Die Figur ist dem Buche von Gegenbaur, nach H. Milne-Edwards entnommen.)

Was die aus den Parapodien hervorkommenden Fühler oder Cirrhen betrifft, so sind diese bald gerade und bestehen aus einem einzigen Stück, bald sind sie aus verschiedenen beweglichen Gliedern zusammengesetzt; oft verbreitern sie sich sehr stark und gestalten sich zu rückenständigen Schutzschuppen, die unter dem Namen Elytren (*Polynoë*)

bekannt sind. Die Axe der Fühler ist gewöhnlich von einem Nervenfädchen durchsetzt (*Hermione*), welches sich bald verzweigt, bald an seinem Ende zu einem Ganglion erweitert (*Polynoë*), weshalb diese Organe ein grosses Empfindungsvermögen besitzen (*A* und *B*, Fig. 257).

Die Hautelemente sind in der ganzen Reihe denjenigen der *Arenicola* gleichartig.

Die Cuticula wird von Alkalien stärker angegriffen als diejenige der Arthropoden; sie ist immer dünn, chitinartig, oft wie beim Regenwurm gestreift (besonders bei den Tubicolen), oft auf dem grössten Theile der Oberfläche mit Wimperhaaren bedeckt (*Chaetopterus*).

Fig. 256.

Fig. 257.

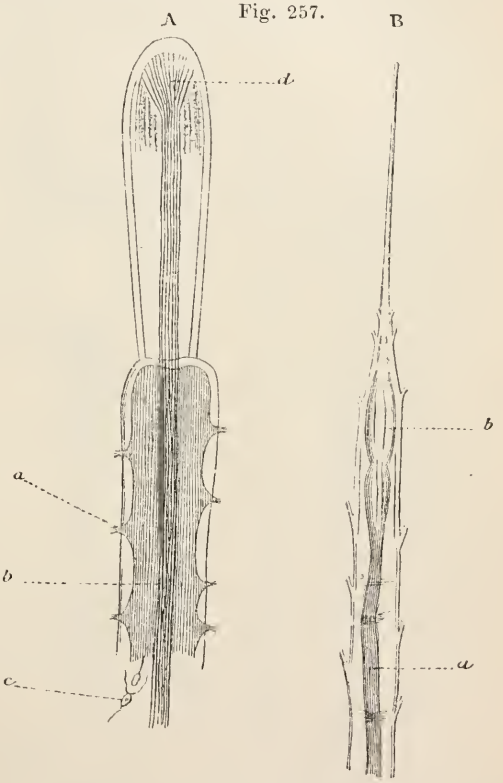


Fig. 256. — *Terebella flexuosa*. Zwei abgeplattete Haken (Uncialplatten), die in einer Hautfalte stecken (nach Edm. Claparède).

Fig. 257. — *A*, *Hermione hystrix*. Ende einer Rückencirrhe; *a*, seitliche Tastcylinder; *b*, Nerv; c, Nervenzellen; *d*, Büschel der Endnerven. *B*, *Hermodion fragile*, Rückencirrhe; *a*, Nerv der Cirrhe; *b*, Nervenganglion (nach Edm. Claparède).

Die Hypodermschicht ist eine zusammenhängende Protoplasmalage, welche von der Oberfläche gesehen ein bienenzellartiges Aussehen hat; sie ist von gekrümmten Fäserchen durchsetzt (*Nerine*) oder schliesst zahlreiche, bei durchfallendem Lichte sichtbare Kerne in sich (*Polynoë lunata*). Selten zeigt sie

die Structur eines rein zellenhaltigen Epitheliums, wie dies bei *Spirographis* der Fall ist; auch gelingt es nur schwer, einzelne ihrer Zellen durch Zerzupfen zu isoliren (Claparède). Manchmal enthält sie Schleimdrüsen, deren Ausscheidungsproduct phosphorescirend ist (*Chaetopterus*, *Polynoë torquata*).

Bei den Spioniden, Chaetopteriden und vielen frei schwimmenden Anneliden hat man als bacillipare Drüsen kleine eiförmige Zellen beschrieben, welche sehr feine Stäbchen enthalten, die nach aussen geschleudert werden können, und an die Nematocysten der Coelenteraten erinnern. Immerhin kann man, nach Claparède, bei den in Alkohol aufbewahrten Exemplaren diese Stäbchen nicht mehr finden, weil sich alle bacilliparen Zellen beim Eintauchen in diese Flüssigkeit entladen.

Die durch den Reichthum ihres Muskelnetzes so bemerkenswerthen Deckel einiger Tubicolen (*Sabella*, *Serpula*) sind nur eine Verdickung der Hypodermschicht.

Die gewöhnlich sehr starke Musculatur wird von einer äusseren Ringmuskelschicht, und einer inneren Längsmuskelschicht gebildet. Diese letztere wird durch eine wechselnde Zahl mehr oder weniger tiefer Furchen in Bänder getheilt. Man glaubte in der Zahl dieser Bänder ein Unterscheidungsmerkmal gefunden zu haben (Schneider); der starke Wechsel von einer Gattung zur anderen macht sie jedoch hierzu unbrauchbar. Die Längsmuskelbündel sind auf dem Querschnitte nicht immer in Kreisen angeordnet, wie wir es bei *Arenicola* gesehen haben; oft zeigen sie eine fiederförmige Anordnung (*Myxicola*), ähnlich derjenigen, die besonders beim Regenwurm so bemerkenswerth ist.

Ausser diesen soeben erwähnten beiden Hauptschichten bestehen häufig noch schiefe Muskelbündel, die von der Bauchseite nach der Rückenseite gerichtet sind (*Polyophthalmus*, *Ophelia*).

Die Muskeln werden von einem Bindegewebe eingeschlossen, das aus runden eiförmigen oder sternförmigen Zellen besteht.

Die festsitzenden Anneliden bewohnen eine Röhre, die von in der Haut vertheilten, röhrenbildenden Drüsen oder auch von zu diesem Zwecke umgebildeten Segmentalorganen ausgeschieden wird. Letzteres ist bei den Serpuliden der Fall, wo auf der Rückenseite des vorderen Körperabschnittes zwei Drüsen bestehen, welche Röhrensubstanz ausscheiden. Diese letztere ist kalkhaltig (*Serpula*, *Protula*), pergamentartig (*Chaetopterus*, *Sabella*), einfach schleimig (*Siphonostoma*), oder aus Steinchen, Sandkörnern, kleinen Muscheln etc. zusammengesetzt, die der Wurm aufsucht und mittelst der Kopfcirrhen an seine klebrige Haut andrückt (*Terebella*, *Hermella*). Auf den Schnitten zeigen sie eine zusammengesetzte Structur, welche aus dor Uebereinanderlagerung verschiedener Schichten besteht (Macé).

Die Leibeshöhle ist sehr unregelmässig entwickelt, oft wird sie durch eine verticale Längsscheidewand in zwei seitliche Hälften getheilt (Mesenterialligament). Diese Wand ist einerseits am Darme, andererseits an der Rückenseite des Körpers angeheftet. Durch senkrechte Scheidewände oder Dissepimente wird die Leibeshöhle ausserdem in eine mehr oder weniger grosse Zahl von Querkammern getheilt, wie beim Regenwurme. Diese Wände enthalten Muskelfasern und können in der Brustregion eine beträchtliche Dicke erlangen (*Chaetopterus*). Die Leibeshöhle wird vom Peritonealblatt ausgekleidet, das gewöhnlich sehr dünn und durchscheinend ist, zahlreiche Nucleolen einschliesst, sich über alle Eingeweide umbiegt und sie vollständig einhüllt. Bei den Gattungen, wo das Gefässsystem unvollkommen entwickelt ist oder ganz fehlt (*Glycere*), ist das Peritonealblatt mit Wimperhaaren bedeckt. Die Coelomflüssigkeit enthält zahlreiche feine Körnchen, Fortpflanzungselemente, und häufig verschiedene Parasiten.

Das Nervensystem besteht aus einem Gehirn, das auf der Rückenseite der Speiseröhre gelegen ist, und aus zwei, selten ganz verschmolzenen Ganglien besteht; bleiben sie getrennt, so sind sie durch kurze Commissuren verbunden. Das Gehirn steht durch einen einfachen oder doppelten Schlundring mit der Bauchganglienkette in Verbindung; es giebt die speciellen Sinnesnerven ab, die sich nach vorn richten.

Die Bauchkette besteht aus zwei Längsstämmen, welche häufig in jedem Leibesringe ein Ganglienpaar bilden, diese Ganglien sind ihrerseits durch Queräste verbunden. Sind die beiden Ganglien desselben Segmentes von einander entfernt, so hat die Bauchkette das Aussehen einer Leiter (Fig. 258), wobei die Längsstämme die Leiterpfosten, die Querverbindungen die Leitersprossen vorstellen. Bis jetzt hat uns die Embryogenie noch nicht in den Stand gesetzt, diese Anlage als die ursprüngliche zu betrachten, wie es einige Autoren thun. Man findet diese Bildung bei ausgewachsenen Exemplaren von *Serpula*, und in geringerem Grade entwickelt bei *Sabella*. In den meisten Fällen nähern sich die beiden Längsstämme der Bauchseite nach der Mittellinie hin, und ihre Trennung macht sich durch eine einfache Furche bemerkbar, oft sogar sind sie zu einem Strange vereinigt, und die Bauchkette ist dann einfach (*Eunicidae*) (Fig. 259). *Terebella* zeigt eine Uebergangsbildung, indem die Nervenkette in der Brustregion einfach, in der Abdominalregion dagegen doppelt ist.

Fig. 258.

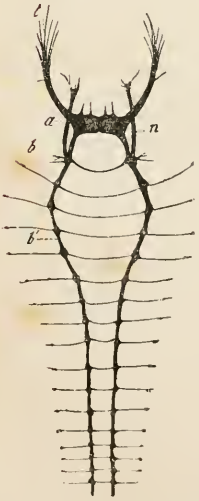


Fig. 259.

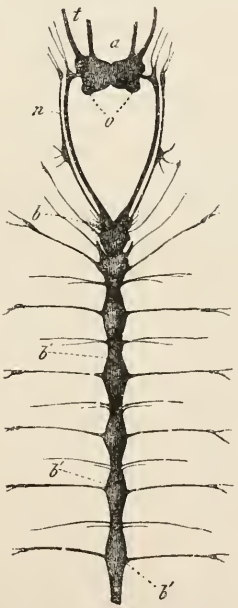


Fig. 258. — Nervensystem von *Serpula contortuplicata*. *a*, obere Schlundganglien; *b*, untere Ganglien: b^1, Bauchstränge; *n*, Nerv des Mundes; *t*, Antennennerv.
Fig. 259. — Nervensystem von *Nereis regia*. *o*, Auge, auf dem Suboesophagialganglion aufliegend. Die anderen Buchstaben bezeichnen dasselbe wie in der vorigen Figur (nach Quatrefages). Die Figuren sind dem Werke Gegenbaur's entnommen.

Sind die beiden Stämme durch den ganzen Körper hindurch von einander entfernt, wie dies bei *Chaetopterus* der Fall ist, so giebt es keinen eigentlichen Schlundring; vorn besteht einfach eine oberflächliche Commissur, die nur deshalb als Gehirnganglion betrachtet wird, weil die Augenflecken des Thieres darauf aufliegen.

Ausser den gegenseitigen Annäherungen der Stämme in querer Richtung können sich diese auch verkürzen und die Ganglien sich im longitudinalen Sinne einander nähern; zwei oder mehr Ganglien verschmelzen zu einer Masse, wie es bei den vorderen Ganglien von *Hermella* der Fall ist.

Bei *Lumbriconereis*, *Oligognathus* etc. schliesst jedes Segment ausser dem

Hauptganglienpaare noch ein secundäres, meist kleineres Ganglienpaar in ich ein. Die peripherischen Nerven gehen symmetrisch paarweise von der Bauchkette ab, und sind gewöhnlich sehr schwer bis in die Füsse (Fussnerven) und in die Muskeln der Leibeswand zu verfolgen. An der Basis der Füsse bilden sie oft ein kleines Verstärkungsganglion (Pruvot).

Bei den meisten freischwimmenden Anneliden ragt die Nervenkette mehr oder weniger stark über die Tegumente nach innen vor; bei den Tubicolen ist sie umgekehrt in die Muskellagen und selbst oft theilweise in die Hypodermis eingebettet (*Terebella, Telepsavus*). Es ist dann oft sehr schwer, die Nervenzellen der Rindenschicht der Kette von den Hypodermzellen der Haut genau zu unterscheiden; Aehnliches ist oft auch bei den Gehirnzellen der Fall, wie es Spengel für *Oligognathus Bonelliae*, und Jourdan für *Eunice Harrassii* gezeigt haben.

Die das Nervengewebe zusammensetzenden Elemente sind: Zellen, welche an der Peripherie der Ganglienkette gelegen sind (Rindenschicht von Pruvot), und Fasern, die in eine körnige Centralsubstanz eingelagert sind. Bei den freischwimmenden sind die Zellen reichlicher auf der unteren Fläche und den Seiten der Kette, während sie bei den meisten Röhrenbewohnern in zusammenhängender Schicht über die ganze Länge ausgebreitet sind. In der Nähe der Ganglienknoten wird die körnige Substanz (punktirte Materie) reichlicher.

Die Riesenfasern, welche häufig die Ganglienkette begleiten und deren Deutungen bei den Polychaeten ebenso räthselhaft ist wie bei den Oligochaeten, erreichen bei den Serpuliden das Maximum ihrer Entwickelung und verlaufen in der Bauchkette auf der ganzen Körperlänge bis zum Schlundringe und zum Gehirn (*Spirographis*). Die jüngsten Forschungen scheinen darzuthun, dass sie bei den Polychaeten viel allgemeiner vorkommen als Claparède es glaubte. Spengel, der sie mit grosser Sorgfalt bei *Oligognathus* studirt hat, wo sie in der inneren Lage der Nervenhülle gelegen sind, hat sie aus den Connectiven der Ganglienkette austreten sehen. Anderseits hat derselbe Forscher unter den Elementen des Bauchstranges bei *Halla* ausser den gewöhnlichen Nervenzellen grosse Zellen mit bis 0,1 mm Durchmesser gefunden, welche eine einzige Verlängerung haben, die, nachdem sie in die Masse des Connectivs eingedrungen ist, sich gegen die Rückenseite der Kette zu richten scheint. Vielleicht entspringen die Riesenfasern in diesen Zellen? Immerhin konnte eine directe Beziehung zwischen diesen beiden Elementen bis jetzt noch nicht dargethan werden. Pruvot fand diese grossen Zellen im ersten Suboesophagealganglion von *Nephthys Hombergi*, aber es ist ihm ebenfalls nicht gelungen, eine Fortsetzung bis zu den Riesenfasern zu constatiren.

Spengel hat die möglichen Homologien der Riesenfasern in seiner Monographie von *Oligognathus* in interessanter Weise erörtert.

Bei vielen Polychaeten hat man noch ein Eingeweidenervensystem oder Gastro-stomacalsystem beschrieben, in Form kleiner Ergänzungsganglien, die in der Nähe des Schlundes oder Rüssels gelegen sind, und im Zusammenhange mit dem Gehirn oder den Schlundconnectiven stehen. Nach Pruvot, welcher sie neulich in mehreren Familien untersuchte, entspringt dieses System bald zugleich aus dem Gehirn und dem Unterschlundganglion (*Nephthys, Phyllodoce*), bald aus dem Unterschlundganglion (*Ophelia*) oder aus dem Gehirn (*Eunice, Serpula*), allein. Seine Nerven sind ausserordentlich fein, und seine Ganglien, die bald kettenartig, bald ringförmig angeordnet sind, sind sehr klein. Bis jetzt hat man ein ähnliches System in der hinteren Körperregion nicht auffinden können.

Die Sinnesorgane sind um so zahlreicher entwickelt, je freieres Leben der Wurm führt. Sie erscheinen und verschwinden selbst während des

Wachsthums, je nachdem die Annelide freischwimmend bleibt oder sich festsetzt. So besitzen die frei schwimmenden Larven der Terebelliden Augen und Otocysten, welche später, wenn die Thiere sich in einer Röhre festsetzen, verschwinden, so dass man bei den erwachsenen Thieren keine Spur mehr davon sieht. Gewisse Röhrenwürmer zeigen indessen während ihres ganzen Lebens Sehflecken (*Saccocirrus*, *Capitella* etc.).

Der Tastsinn ist bei vielen Gattungen localisirt, und zwar auf die Antennen und Tentakeln des Kopfes, auf die Cirrhen und Elytren, in welche sich Nervenfädchen begeben, um entweder in einer Art Papillen oder am Grunde von steifen Haaren zu endigen (Fig. 257).

Neulich hat Jourdan die kelchförmigen Gefühlspapillen der Elytren von Polynoë beschrieben, welche einen Nervenfaden enthalten, der in der Hypodermisschicht von Ganglienzellen umgeben ist. Mit diesen Papillen stehen die becherförmigen Organe im Zusammenhange, die bei den Capitelliden von H. Eisig sehr genau untersucht wurden und nach ihm Geschmacksfunctionen auszuüben scheinen, aus dem Grunde, weil man sie nicht nur auf den Segmenten, sondern auch in der Mundhöhle antrifft. Die Würmer derselben Familie der Capitelliden besitzen auf jedem Segmente, ausgenommen auf denjenigen des hinteren Körpertheils, noch Seitenorgane, welche Spalten darstellen, aus denen ein Büschel langer und steifer Borsten hervorragt. Nach Eisig sind diese Bildungen den Organen der Seitenlinie der Wasserbewohnenden Wirbelthiere zu vergleichen. Für die Einzelheiten der Homologien dieser Organe verweisen wir auf die wichtige Arbeit Eisig's.

Bei mehreren Gattungen hat man ein Paar kugel- oder eiförmiger sogenannter Nackenwülste beschrieben, welche auf der Grenze zwischen den zum Kopfe gehörenden Lappen und dem Mundsegment gelegen sind, und als Sinnesorgane betrachtet wurden. Diese Wülste haben auf der Rückenseite dieselbe Lage wie die Otocysten der *Arenicola*, vielleicht kann man sie als die erste Anlage eines Gehörorganes betrachten.

Gehörorgane wurden nur in einer kleinen Zahl von Fällen beobachtet (*Arenicola*, *Fabricia*). Sie bestehen in Form von Otocysten, d. h. geschlossenen kugelförmigen Kapseln mit heller durchsichtiger Flüssigkeit, in welcher ein (*Fabricia*) oder mehrere (*Amphiglena*) Otolithen herumschwimmen. Diese in der Nähe des Gehirns gelegenen Otocysten empfangen von dort direct einen kurzen Nerven, den Gehörnerven. Nach Jourdan sollen bei *Arenicola Grubii* die Otocysten mit den Commissuren des Schlundringes durch mehrere Nerven verbunden sein.

Die Augen zeigen alle möglichen Entwickelungsstufen, vom einfachen Pigmentflecken, bis zu sehr complicirten Organen mit Hornhaut, Krystalllinse, Choroidea, Retina etc. (*Asterope candida* und besonders bei *Alciope*, wo sie durch Greef sehr sorgfältig untersucht wurden). (Fig. 260 u. 261 a. f. S.)

Die Augen, zwei oder vier, und nur selten in grösserer Anzahl, liegen bald im Kopfsegmente auf dem Gehirne selbst (*Sabella*, *Terebella*), bald mehr der Hautoberfläche genähert (*Syllis*, *Nereïs*), bald paarweise auf den Seiten jedes Ringes zerstreut (*Polyophthalmus*, *Amphicorina*), oder am Ende der Kiemenfäden in Form gefärbter Punkte (*Branchiomma*), oder endlich am hinteren Leibesende, wie bei *Fabricia*, die mit dem Schwanze voran umherkriecht. Meistens sind die Augen kugelförmig; doch haben sie bei den Myrianiden etc. die Form einer ∞, was hauptsächlich von der unvollkommenen Verschmelzung zweier Einzelaugen herrührt.

Der Verdauungscanal ist immer vollständig und in den meisten Fällen eine cylinderförmige gerade Röhre. Er biegt sich jedoch bei den Chloraemiden um sich selbst herum und erhält eine Länge, welche diejenige des Körpers übersteigt; bei *Spirographis Spallanzani* ist er spiralförmig gedreht.

Der vordere, endständige oder bauchständige Mund wird von mit Wimperhaaren ausgekleideten Lappen begrenzt, in deren Inneren sich die zum Oeffnen und Schliessen der Mundöffnung dienenden Muskeln befinden.

Der musculöse Schlundkopf kann sich in vielen Fällen wie ein Handschuhfinger ausstülpen, und so einen eigentlichen Rüssel bilden, der oft articulirt (*Nereïden*), oder durch sehr deutliche Demarcationslinien (*Antolytus*) in mehrere Abtheilungen getheilt wird. Dieser Rüssel ist mit hornartigen Papillen oder Zähnchen von dunkler Farbe besetzt. Die Zähnchen sind meist hakenförmige Chitingebilde, deren Schneide gezähnelt ist. Sie sind zu ein, zwei (*Aphrodite, Polynoë*) oder selbst mehr Paaren (*Lysidice*) vorhanden. In diesem letzteren Falle wird dann der Rüssel zu einem zusammengesetzten Greiforgane. Die Zähne bewegen sich seitlich vermittelst Muskelbündeln, die sich in ihrer inneren Höhle ansetzen; in einigen Fällen können sie in besonderen Taschen eingeschlossen sein (*Euniciden*).

Auf den Schlundkopf folgt eine cylinderförmige Speiseröhre, die mehr oder weniger stark längsgefältelt ist; an ihrem hinteren Ende trifft man bei einigen Gattungen ein Paar drüsenartiger Blindsäcke (*Syllis, Arenicola*). Zu-

Fig. 260.

Fig. 261.

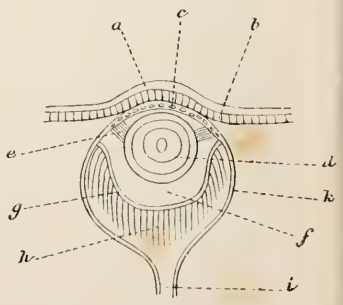


Fig. 260. — *Eunice Harassii.* Medianschnitt durch das Auge (nach V. Graber). *a*, Cuticula; *b*, Iris; *c*, Pupille; *e*, tiefe Retinaschicht; *d*, Choroidea; *f*, Glaskörper; *g*, Krystalllinse.

Fig. 261. — Schema eines Auges von *Alcicope* (nach Greef). *a*, Cornea, *b*, Hypodermis; *c*, Subcorneallage; *d*, Krystalllinse; *e*, Ciliarkörper; *f*, Glaskörper; *g*, Schnitt durch die Hülle der Retina; *h*, Retina; *i*, Sehnerv; *k*, Hülle der Retina.

weilen unterscheidet man einen besonderen Magen; meist aber findet sich nur ein langgestrekter Magendarm, der meistens in jedem Segmente erweitert und in der Nähe der Anheftungspunkte, auf der Aussenseite der Querkammern verengt ist. Bei einigen Terebelliden, Ariciden etc. ist der Darm längsgefaltet, und da er zugleich viele Blutgefässe enthält, so erinnert diese Bildung an die Thyphlosolis der Oligochaeten, ohne dass man sie indess mit dieser auf gleiche Linie stellen könnte. Die Verdauungsdrüsen befinden sich immer auf dem Darme.

Bei den Aphroditen hat der Darm in jedem Ringe seitliche Blindsäcke, welche sich nach der Rückenseite umbiegen, und nachdem sie sich mehr oder weniger verzweigt haben, mit blasenartigen Erweiterungen endigen

(Fig. 262). Endlich hat *Hesione sicula*, die von H. Eisig untersucht wurde, zu beiden Seiten des vorderen Darmtheiles auf der Bauchfläche ein Diverticulum in Form eines Sackes, dessen Spitze nach vorn gerichtet, dessen Höhlung mit Luft gefüllt ist und mit der Verdauunghöhle in Verbindung steht. Dieser Blindsack scheint die Functionen einer Schwimmblase auszuüben, ähnlich wie auch die beiden Darmanhänge der Sylliden, die unter dem Namen der T-förmigen Drüsen bekannt sind. Man trifft bei allen diesen Würmern im ganzen Darme Luft an; auf der Darmoberfläche verzweigt sich ein reichliches Capillarnetz. Es ist klar, dass diese Eigenthümlichkeit im Zusammenhange steht mit der Abwesenheit oder schwachen Entwickelung der äusseren Kiemen, und zum Zwecke hat, die Athmung zu unterstützen, wie dies bei einigen Fischen ebenfalls der Fall ist.

Fig. 262.

Fig. 262. — Darmcanal von Aphrodite; *o*, vordere Seite; *b*, mittlere Muskelabtheilung des Munddarmes; *c*, verzweigte Blindsackanhänge des mittleren Darmabschnittes; *a*, Afteröffnung (die Figur ist dem Werke von Gegenbaur entnommen).

Oft kann man einen Afterdarm unterscheiden, der vom eigentlichen Darme verschieden, nicht segmentirt und nicht mit Drüsen besetzt ist. Der After ist meistens endständig.

Die Darmwände werden von einem drüsenreichen Epithelium mit zahlreichen cylindrischen und kegelförmigen Zellen ausgekleidet; diese Zellen scheiden eine innere Cuticula aus, die oft Pigmentkörper enthält und mit Wimperhaaren besetzt ist. Aussen ist das Epithelium mit einer doppelten Lage von Ring- und Längsmuskelfasern bedeckt, deren Dicke verschieden und zwar beträchtlicher an der Speiseröhre als am Darme ist; und endlich ist alles vom Peritonealblatte überzogen.

H. Eisig macht auf eine Art Nebendarm aufmerksam, welcher bei den Capitelliden unter dem Hauptdarme auf der Bauchmittellinie des Körpers liegt. Dieser Nebendarm bildet eine Röhre mit ringförmigem oder elliptischem Querschnitte, welche zwischen der Speiseröhre und dem Magendarme beginnt und sich entweder bis zur Mitte des Körpers (*Capitella*) oder bis in die hinteren Theile (*Notomastus. Dasybranchus*) ausdehnt; die Röhre mündet in das vordere Ende des Darmes ein, und es ist wahrscheinlich, dass dasselbe am hinteren Ende ebenfalls stattfindet, jedoch hat Eisig die hintere Einmündung nicht bestimmt darthun können. Die Structur ist dieselbe wie die des Hauptdarmes. Eine ähnliche Anlage wurde von Spengel bei *Oligognathus Bonelliae* gefunden, mit dem Unterschiede jedoch, dass der Nebendarm vorn in den Kiefersack einmündet und hinten als Blinddarm zu endigen scheint. Neue Nachforschungen über dieses Organ wären wünschbar, um seine allfällige Homologie mit dem Hypochordalstrang der Wirbelthiere darzuthun, welche in Eisig's Arbeit als thatsächlich angenommen wurde.

In den Verdauungscanal münden die Speichel- und Leberdrüsen. Die ersteren liegen im Vordertheile des Körpers, und haben die Form von Säcken oder Büscheln, welche zu einem (*Nereïs, Syllis*), zu zweien (*Glycera*) oder zu drei Paaren (*Terebella*) vorhanden sind. Die Leberzellen bedecken die eigentlichen Darmwandungen, und lassen sich wegen ihrer gelblichen oder braunen Farbe gut erkennen; ihre histologische Structur verlangt aber bei den ver-

schiedenen Gattungen besonders studirt zu werden. Die meisten zeigen keine besondere Ausführungscanäle.

Die Ausbildung des Gefässsystemes ist sehr verschieden, je nach der Ausbildung der Kiemen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass dieses System in der Nähe der Kiemen am besten entwickelt ist.

Im Allgemeinen bestehen ein oder zwei Rückengefässe, die gewöhnlich über dem Darme liegen, und ein oder zwei Bauchgefässe, die zwischen dem Darme und der Nervenkette verlaufen. Im einfachsten Falle (*Nereïs, Terebella, Sabella*) ist das Rückengefäss mit dem Bauchgefässe durch Queräste verbunden, und zwar bestehen je ein Paar in jedem Segment, während an den beiden Körperenden mehr oder weniger zahlreiche anastomosirende Zweige entwickelt sind.

Die Queräste entsenden ihrerseits Secundärzweige, welche sich in die Kiemen begeben, oder sich auf der Oberfläche des Verdauungscanales (Darmcirculation) oder ausnahmsweise in der Haut (Hautcirculation) (*Marphysa sanguinolenta*) wieder verzweigen, wo sie zierliche Capillarnetze bilden.

Bei den Serpuliden, Ariciden, Chaetopteriden etc. wird das Eingeweidecapillarsystem durch ein weites Lakunensystem (Blutsinus) ersetzt, welches den ganzen Darm umfasst. Nach der Beschreibung von Claparède ist der Darm in einer zusammenhängenden Gefässscheide eingeschlossen, welche das gänzlich fehlende Rückengefäss ersetzt. Der Sinus steht durch besondere Zweige in der Schlundgegend mit den Kiemengefässen in Verbindung. Er verläuft zwischen den beiden Muskellamellen der Darmwand, und erleichtert so durch die Vergrösserung der Oberflächen die Aufnahme der verdauten Substanzen.

Die ganze Blutmasse wird durch die Contraction der Gefässe, speciell des Rückengefässes, in Bewegung gesetzt. Bei *Clymene, Maldane* ist das Bauchgefäss in seinem vorderen Theile contractil, bei *Protula* pulsiren sogar die Seitengefässe. Oft findet man blasenartige Erweiterungen, deren Contractilität stärker ist, und welche, wie wir schon bei *Arenicola* beschrieben haben, die Rolle eines Herzens spielen. Dies ist der Fall bei *Marphysa*, *Polyophthalmus*.

Bei *Terebella* (*v d*, Fig. 255) erweitert sich das Rückengefäss in der Nähe der Speiseröhre zu einem pulsirenden Kiemenherzen, die Kiemen selbst sind contractil und helfen so das Blut in das Bauchgefäss treiben, von wo aus es sich in die Organe begiebt. Bei *Fabricia* verzweigt sich dasselbe Rückengefäss am vorderen Körperende und jeder Zweig mündet in eine pulsirende Blase, die an der Kiemenbasis gelegen ist.

Das Blut circulirt im Rückengefässe von hinten nach vorn und umgekehrt im Bauchgefässe. Dieses letztere, welches das von den Kiemen herkommende Blut empfängt, kann als Arterienstrang betrachtet werden. Immerhin beruht die Unterscheidung von Venen und Arterien nicht in einer Structurverschiedenheit. In ihren contractilen Theilen schliessen die Gefässwände eine Muskelschicht ein, die bald aus spindelförmigen, bald aus bandförmigen Fasern besteht.

Bei *Capitella, Glycera* fehlen die Gefässe, das Blut erfüllt alsdann die Perivisceralhöhle, wo es durch die Contractionen der musculösen Leibeswände bewegt wird.

Die meist roth gefärbte Blutflüssigkeit ist farblos bei einigen *Chaetopterus*-Arten, gelblich bei *Phyllodoce*, grün bei *Stylaroïdes* etc. Meistens ist das Plasma gefärbt und die ei- oder scheibenförmigen Blutkörperchen, welche man darin antrifft, ungefärbt; zuweilen aber tritt der umgekehrte Fall ein; so sind bei *Glycera* die Körperchen roth.

Bei den Kiemenlosen wird die Athmung direct durch die ganze Körperhaut unterhalten, ohne dass hierfür besondere Organe vorhanden wären. Indessen bestehen in den meisten Fällen wirkliche Kiemen in Form von Hautverlängerungen, deren Aussehen sowie Grösse stark verschieden sind. Bald sind es die Rücken- oder Bauchcirrhen, welche sich an mehreren Segmenten (*Eunice*) in Kiemen umwandeln; bald sind die kiementragenden Zweige auf die, dem Kopfe benachbarten Ringe (*Cephalobranchus*) beschränkt, als fadenförmige Tentakeln, strauchförmige Büschel etc., welche sich beständig ausser der Röhre bewegen, in die sie schnell zurückgezogen werden können. In diesem letzteren Falle wird der Kopfkiemenbüschel oft durch knorpelartige Lamellen unterstützt, welche in den Tegumenten des Kopfringes stecken, und in jeden Kiemenzweig Verlängerungen senden (*Sabelliden*). Der Wasserstrom um die Kiemen herum wird durch Flimmerhaare unterhalten, welche ihre ganze Oberfläche bekleiden. Bei den *Aphroditen*, deren Rückenelytren die Kiemenfunction übernehmen, wird ein Wasserstrom durch Ausdehnung und Zusammenziehung des ganzen Körpers bewerkstelligt; diese Bewegungen zeigen alsdann einen bestimmten Rhythmus.

Claparède hat erkannt, dass die Kiemenverzweigungen der meisten festsitzenden Anneliden mit Ausnahme der *Serpuliden* eine Arterie und eine Vene enthalten, welche durch ein System von Quergefässen oder durch ein Capillarnetz mit einander in Verbindung stehen. Fehlen die Blutgefässe, so findet man die Perivisceralflüssigkeit in der Kiemenhöhle.

Die Organe des Excretionssystemes wiederholen sich meistens paarweise in jedem Segmente, sie haben die Form von Röhren, die, wenn sie sehr lang werden, sich zusammenknäueln. Diese Röhren, deren Wände zum Theil drüsig sind, öffnen sich nach innen vermittelst eines Wimpertrichters und nach aussen durch einen Ausführungsporus, welcher auf der Bauchseite und nur ausnahmsweise auf der Rückenseite gelegen ist (*Capitella, Alciope*). Wie H. Eisig gezeigt hat, mündet der Ausführungsporus bei den *Capitelliden* in der Haut. Derselbe Autor zeigte ebenfalls, dass, entgegen der allgemeinen Regel, mehrere Paare von Excretionsorganen in demselben Segmente vorhanden sein können (*Capitella capitata*).

Bei den freischwimmenden Anneliden besteht gewöhnlich ein Paar Excretionsröhren in jedem Ringe, ihre Zahl nimmt jedoch bei den *Tubicolen* stark ab. So besitzen die *Serpuliden* nur ein einziges Paar, welches die Rolle von röhrenbildenden Drüsen spielt, indem es den Schleim oder die Kalksubstanz der Röhre ausscheidet, in welcher das Thier eingeschlossen ist. Bei *Myxicola* zeigen die Drüsen zahlreiche Falten, deren Wände reichliche Blutgefässnetze enthalten; die Secretionsoberfläche wird auf diese Weise beträchtlich vermehrt. Dadurch erklärt man sich auch die grosse Schnelligkeit, mit welcher dieser Wurm seine Schleimröhre erneuert, wenn man ihn aus seiner Wohnung herausnimmt.

Wenn auch diese Organe ihrer ganzen Länge nach gewöhnlich paarweise angeordnet sind, d. h. wenn jedes einen Ausführungscanal besitzt, der sich mit einem besonderen Porus an der Basis des entsprechenden Parapodiums öffnet, so bestehen dennoch einige bemerkenswerthe Ausnahmen. Bei *Eriographiden* und *Serpuliden* convergiren diese beiden Organe, und vereinigen sich nach aussen hin, um einen unpaaren Ausführungscanal zu bilden, der sich vorn auf der Rückenseite der Kiemenbasis öffnet.

Was ihre Bedeutung anbetrifft, so sind diese mit Wimperhaaren, deren Bewegung regelmässig nach der Aussenseite gerichtet ist, bekleideten, schlingenförmigen Canäle, augenscheinlich Excretionsorgane. Ihr von vielen Blutgefässen umgebener, drüsenartiger Theil befreit die Nährflüssigkeit von den nicht assimilirten Producten. In den Ringen der mittleren Körperregion

dienen sie besonders zur Ausführung der Geschlechtsproducte. Dann sind auf ihnen oft blasenförmige Erweiterungen zu finden, welche Eier oder Zoospermen einschliessen (Sammelbehälter). Und in der That besitzen die Geschlechtsdrüsen, wie wir bald sehen werden, keine besonderen Ausführungscanäle.

Sind die Segmentalorgane auf ein einziges Paar reducirt (röhrenbildende Drüsen), so findet man darin nie Eier oder Zoospermen. Die Art und Weise der Eierablage wird dann räthselhaft, denn man sucht vergebens die Abdominalporen, welche hypothetisch von den alten Autoren angenommen wurden. Es ist dies noch eine ungelöste Frage. Immerhin wollen wir hinzufügen, dass bei *Sternaspis scutata*, die ein Paar Ovarien und Hoden besitzt, sich deren Wände direct in zwei lange Canäle verlängern, die als Ei- und Samenleiter fungiren und sich mit Poren auf der Bauchseite öffnen.

Die Eingeschlechtigkeit ist bei den Polychaeten Regel, obschon man einige Fälle von Hermaphroditismus kennt (*Spirorbis, Protula* und einige Gattungen der *Serpulidea*).

Die Geschlechtsdrüsen sind nie deutlich unterschieden, bei den beiden Geschlechtern sehr ähnlich, und werden nur zur Fortpflanzungszeit sichtbar. Ihr Studium lässt noch viel zu wünschen übrig. In den meisten Fällen scheinen sie aus Peritonealzellen hervorzugehen, welche sich an bestimmten Stellen ausbilden, sich zum Beispiel traubenförmig um eine Falte der Bindegewebelamelle des Bauchfelles anhäufen, die bald an der Leibeswand oder an den Zwischenringkammerwänden zu beiden Seiten der Nervenkette entwickelt sind (*Eunice, Aphrodite*). Man findet sie bald nur in bestimmten Ringen (*Polybostrichus*), bald in allen mit Ausnahme der Endringe.

Sind die Eier und Spermazellen reif, so lösen sie sich los und fallen in die Leibeshöhle, woselbst sie in der Perivisceralflüssigkeit umherschwimmen und sich weiter entwickeln; beim Oeffnen des Thieres entleeren sie sich mit der Flüssigkeit. Endlich werden sie nach dem Wimpertrichter der Segmentalorgane hingezogen und durch die Ausführungsporen ausgestossen. Bei *Polynoë*, *Owenia* werden die Eier oft gruppenweise in einer Art Eisäcke mit widerstandsfähigen Wänden vereinigt.

Bei *Saccocirrus papillocercus*, der von Marion und Bobretzky studirt wurde, haben die zu beiden Seiten des Darmes gelegenen Geschlechtsdrüsen Ausführungscanäle. Die Männchen besitzen Begattungsorgane, eigentliche Penis in Form kegelförmiger Papillen, die an beiden Körperseiten vorstehen. Die Begattungspapille wird vom Ende des Ausfuhrcanales eingenommen, der übrigens nur ein modificirtes Segmentalorgan ist.

Bei einigen Gattungen bestehen Brutorgane. Bei *Spirorbis* übt einer der Kopftentakeln deren Function aus; dieser Anhang trägt an seinem Ende eigenthümliche Säcke, die sich mittelst eines Deckelchens schliessen, und in welchen die Eier sich entwickeln. *Autolytus cornutus* besitzt eine Bauchtasche, die zu demselben Zwecke bestimmt ist; bei den *Spioniden* sodann werden die Eier in der das Thier einschliessenden Röhre ausgebrütet.

Einige Arten (*Syllis vivipara*, *Eunice sanguinea*) sind lebendig gebärend.

Die Entwickelung der Eier durchläuft meist verwickelte Metamorphosen, welche uns durch die trefflichen Arbeiten von Alex. Agassiz, Claparède und Metschnikoff, Schneider, Hatschek etc. bekannt geworden sind. Die Larvenform gleicht derjenigen vieler Gephyriden, Rotiferen und Mollusken; die Larven schwimmen mit Hülfe verschieden angeordneter Wimperkränze frei herum; sie haben auch Sinnesorgane und können alle auf die Grundform der Larve von *Polygordius* zurückgeführt werden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung ist jedoch nicht die einzige Vermehrung der Anneliden, man kennt bei ihnen viele Beispiele von geschlechtsloser Vermehrung, von Quertheilung und Knospung.

Bei *Protula Dysteri* und *Syllis prolifera* entwickelt das Thier, nachdem es durch Knospung eine Kette neuer Segmente gebildet hat, auf den alten Ringen Tentakeln, Augen etc., welche so zum Kopfe neuer Individuen werden, die sich loslösen. Hier geht also ein Theil des Körpers des Mutterthieres direct in den Körper des Tochterindividuums über. Bei *Autolytus cornutus* bildet der letzte Ring des Mutterthieres, wie der Scolex eines Cestoden, Knospen aus und entwickelt so eine Reihe von Ringen, welche sich an der Knospungsstelle loslösen. Bei dieser Art besteht ein eigentlicher Generationswechsel. Ein ungeschlechtliches Individuum bildet nach einander durch Knospung bald männliche, bald weibliche Individuen, die in ihrer Form durchaus von einander verschieden sind. Für die Einzelheiten dieses zusammengesetzten Generationswechsels verweisen wir auf die betreffenden embryologischen Abhandlungen.

Literatur. — Delle Chiaje, *Memoria sulla storia e notomia degli animali senza vertebre*, Napoli 1822 bis 1829. — Ders., *Descrizioni e notomia degli animali senza vertebre della Sicilia*, Napoli 1831 bis 1841. — Audouin und Milne-Edwards, *Classification des Annélides et description de celles qui habitent les côtes de France. Ann. des sciences nat.*, t. XXVII à XXX 1832, 1833. — Rathke, *De Bopyro et Nereide commentationes anatomico-physiologicae duae*, Riga und Dorpat 1837. — H. Milne-Edwards, *Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les Annélides. Ann. des sciences nat.*, 2e série, t. X, 1838. — Ders., *Observation sur le développement des Annélides.* Ibid., 3e série, t. III, 1845. — Grube, Zur Anatomie der Kiemenwürmer, Königsberg 1838. — Ders., Untersuchungen über Entwickelung der Anneliden, Königsberg 1844. — Ders., Die Familien der Anneliden. Arch. für Naturgesch. 1850, 1851. — Ders., Die Familie der Lycoriden. Jahresb. der Schlesischen Gesellsch. 1873. — Ders., Bemerkungen über die Familie der Aphroditen. Ibid. 1874 bis 1875. — Ders., Mittheilungen über die Familie der Chlorhaeminen. Ibid. 1876. — Lovèn, *Jakttagelse öfver metamorphos hos en Annelid. Vet. Akad. Handl.*, Stockholm 1840. — E. Rhode, Die Musculatur der *Chaetopoden*, in: Zoologische Beiträge von Anton Schneider, Bd. I, Heft 3, 1885, Breslau. — Oersted, *Annulatorum Danicorum conspectus*, 1843. — Ders., *Groenlands Annulata dorsibranchiata k. Danske Selsk. natur. Afh.*, 1843. — A. Krohn, Zoologische und anatomische Bemerkungen über die *Alciopen.* Arch. f. Naturgesch. 1845. — Ders., Ueber die Sprösslinge von *Autolytus proliferus.* Müller's Archiv, Bd. XX, 1851. — Sars, Zur Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arch. f. Naturgesch. 1847. — Ders., *Fauna litteralis Norvegiae*, 1re et 2e parties, 1846 et 1856. — Busch, Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere, Berlin 1851. — Williams, *Report on the British Annelides. Rep. of the British Assoc. for*, 1851. — Ders., *Researches on the Homology of the reproductive organs of the Annelids. Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1858 bis 1860. — Max Müller, *Observationes anatomicae de vermibus quibusdam maritimis*, 1882. — Huxley, *On a hermaphrodite and fissiparous Annelid (Protula). Edinb. Phil. Journ.*, 1855. — Faivre, *Études sur l'histologie du système nerveux chez quelques Annélides. Ann. des Sc. nat.*, Bd. V und VI, 1856. — M. Schultze, Ueber die Entwickelung von *Arenicola piscatorum* und anderer Kiemenwürmer, Halle 1856. — Van Beneden, *Histoire naturelle du genre Capitella. Bull. Acad. royale de Belgique*, 1857. — Hering, *De Alcioparum partib. genital. Diss. Lipsiae* 1859. — Alex. Agassiz, *On the embryology of Autolytus cornutus. Boston. Journ. of Nat. History*, Bd. VII, 1859 bis 1863. — Ders., *On the young stages of a few Annelids. Annals Lyceum Nat. Hist. of New York*, Bd. VIII, 1866. — W. Carpenter und Ed. Claparède, *Researches on Tomopteris. Transact. Linn. Soc.*, Bd. XXIII, 160. — Ed. Claparède, *Études anatomiques sur les Annélides etc., observées dans les Hébrides*, Genève 1862. — Ders., *Les Annélides chétopodes du golfe de Naples*, Genève 1868. Supplé-

ment 1870. — Ders., *Recherches sur les Annélides présentant deux formes sexuées distinctes. Arch. des Sc. phys. et nat.*, Bd. XXXVI, 1869. — Ders., *Recherches sur la structure des Annélides sédentaires*, Genève 1873. — Ed. Claparède und Metschnikoff, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Chaetopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XIX, 1869. — A. Pagenstecher, Entwickelungsgeschichte und Brutpflege von *Spirorbis spirillum*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XII, 1862. — E. Ehlers, Die Borstenwürmer, Leipzig 1864 bis 1868. — A. de Quatrefages, Eine grosse Anzahl von Abhandlungen in den *Annales des sciences naturelles*. Ausserdem: *Histoire naturelles des Annelés avec Atlas*, Paris 1865. — Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anat. I. Heft, Tübingen 1864. — Johnston, *Catalogue of the British non parasitical Worms*, London 1865. — A. Schneider, Ueber Bau und Entwickelung von *Polygordius*. Müller's Archiv, 1868. — Malmgren, Ueber die Gattung *Heteronereis* und ihr Verhältniss zu den Gattungen *Nereis* und *Nereilepas*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XIX, 1869. — C. Semper, die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. Arbeiten aus dem Zool. Inst. in Würzburg, Bd. III, 1876. — Bobretzky und Marion, *Études sur les Annélides du golfe de Marseille. Ann. des sc. nat.*, Bd. II, 1875. — R. Greef, Ueber das Auge der Alciopiden, Marburg 1876. — Ders., Untersuchungen über die Alciopiden, Dresden 1876. — Mac. Intosh, Beiträge zur Anatomie von *Magelona*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXI, 1878. — B. Hatschek, Studien über Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten aus dem Zool. Inst. Wien. Bd. I, 1878. — H. Eisig, Die Segmentalorgane der Capitelliden. Mitth. aus d. Zool. Station zu Neapel, 1869. — Ders., Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden, Ibid. p. 278. — Veydowsky, Beiträge zur Kenntniss der Tomopteriden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXI, 1878. — Stossich, Beiträge zur Entwickelung der Chaetopoden. Sitz. d. k. k. Akad., Wien 1878. — Cosmovici, *Glandes génitales et organes segmentaires des Annélides polychètes. Arch. de Zool. exp.*, Bd. VIII, 1879. — V. Graber, Untersuchungen über die Augen der frei lebenden marinen Borstenwürmer. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. XVII, 1880. — H. Eisig, Ueber das Vorkommen eines schwimmblasenähnlichen Organs bei den Anneliden. Mitth. aus der Zool. Stat. zu Neapel, Bd. II, 1881. — Ders., Der Nebendarm der Capitelliden und seine Homologa. Zool. Anzeiger 1878, Nr. 7. — Veydowsky, Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie und Entwickelung von *Sternaspis*. Denkschr. Wiener Akad., Bd. XLIII, 1881. — M. Rietsch, *Étude sur le Sternaspis scutata. Ann. des sc. nat.*, Bd. XIII, 1882. — E. Macé, *De la structure du tube des Sabelles. Arch. de zool. exp.*, Bd. X, 1882. — Ed. Meyer, Zur Anatomie und Histologie von *Polyophthalmus pictus*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXI, 1882. — Spengel, *Oligognathus Bonelliae*, eine schmarotzende *Eunicee*. Mitth. aus d. Zool. Stat. zu Neapel, Bd. III, 1882. — W. Mau, Ueber *Scoloplos armiger*. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXVI, 1882. — J. Steen, Anatomisch histologische Untersuchung von *Terebellides Stroemii*. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XVI, 1883. — Salensky, *Études sur le développement des Annélides. Archives de Biologie*, Bd. III, 1883. — Jourdan, *De la structure des otocystes de l'Arenicola Grubii. C. R. de l'Acad. des sc. de Paris*, Bd. XCVIII, p. 757. — Ders., *Structure des élytres de quelques Polynoës*. Zool. Anzeiger, 1885, Nr. 189. — G. Pruvot, *Recherches anatomiques sur le système nerveux des Annélides Polychètes. Arch. de zoologie expérimentale*, 2. Série, Bd. III, 1885.

Kreis der Stachelhäuter *(Echinodermata).*

Ursprünglich im Larvenzustande bilateral symmetrische, in erwachsenem Zustande mehr oder weniger strahlig gebaute Thiere; die Strahlen sind meistens in der Fünfzahl angelegt. In der Haut kommen immer Verkalkungen vor, welche das Perisom beinahe gänzlich einnehmen oder isolirt bleiben können. Das Verdauungsrohr besitzt eigene Wände, und meistens zwei entgegengesetzte Oeffnungen, eine Mund- und eine Afteröffnung; diese letztere kann indessen fehlen. Der Nahrungscanal schwebt in einer Körperhöhle. Geschlechter gewöhnlich getrennt.

Man theilt diesen Kreis in vier, mehr oder weniger deutlich geschiedene Classen.

1) Die Crinoiden oder Haarsterne, in Gestalt von mehr oder weniger tiefen Bechern, die von Kalkstücken gebildet werden, welche auf der aboralen Seite mit den Rändern zusammenstossen. Der Kelch ist meist mittelst eines gegliederten Stieles am Boden befestigt. Die orale Seite trägt in ihrem Mittelpunkte den Mund; in einem Zwischenstrahlenraume liegt der After. Auf der gleichen Seite laufen Tentacularfurchen zu den Armen, welche von den Rändern der Scheibe abgehen. Die Arme sind mit Seitenzweigen (*pinnulae*) besetzt, welche die Geschlechtsproducte tragen. Keine Madreporenplatte *(Pentacrinus; Comatula).*

2) Die Asteriden oder Seesterne. Flacher fünfeckiger oder strahlig gebauter Körper mit articulirtem Skelette. Die Mundseite allein trägt Ambulacralfurchen und den centralen Mund; die Rückenseite eine oder mehrere Madreporenplatten. Der After, wenn er vorhanden ist, liegt auf der aboralen Fläche, die Geschlechtsorgane in der Scheibe *(Asterias; Ophiura).*

3) Die Echiniden oder Seeigel. Perisom aus neben einander liegenden und mit einander verbundenen Platten zusammengesetzt. Körper ohne Strahlen. Die Mundseite trägt den Mund und bisweilen auch den After, der gewöhnlich auf der aboralen Seite gelegen ist. Ambulacren auf dem ganzen Körper oder nur auf der aboralen Seite allein vertheilt und die Ambulacralplatten durchbohrend. Geschlechtsorgane auf der aboralen Seite *(Echinus; Spatangus).*

4) Die Holothuriden oder Seewalzen. Körper mehr oder weniger wurmförmig, bisweilen abgeflacht, mit einem Tentakelkranze um den endständigen Mund herum. In der Haut vereinzelte Kalkstücke. Bisweilen Zwitter *(Holothuria; Synapta).*

Diese Eintheilung stützt sich, wie man zugeben muss, fast gänzlich auf die äussere Körperbeschaffenheit. Wir sind in dem Kreise der Echinodermen noch weit von einer Classification entfernt, welche

sich auf die anatomischen Verhältnisse und auf die Ergebnisse der ontogenetischen Untersuchungen zugleich gründet. Wenn die von J. Müller *Tornaria* genannte Larve der Gattung *Balanoglossus* so sehr dem Typus der Echinodermenlarven im Allgemeinen sich anreiht, dass man sie vor der Entdeckung ihrer weiteren Entwickelung ohne Zögern zu diesem Kreise rechnete, wenn die Gattung *Balanoglossus*, wie gesagt, wirklich ihrer Ontogenie nach zu dieser Abtheilung gehört, so müssen die meisten Kennzeichen, welche man heutzutage diesem Kreise zuschreibt, gestrichen werden. Andererseits entsprechen die bekannten Larvenformen nicht immer unseren angenommenen Classen; die den Seesternen zugetheilten Ophiuren haben Larven, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Seeigellarven besitzen, und es ist kaum möglich, sie denjenigen der Seesterne zu nähern. Der bis jetzt trotz einiger schöner Arbeiten bedeutend vernachlässigte Kreis der Echinodermen verlangt also ernstliche und gründliche Studien, welche den Zweck haben sollen, die Beziehungen aufzusuchen, welche zwischen den Larvenformen und den erwachsenen Thieren einerseits bestehen und welche andererseits dieselben mit anderen Typen, von denen sie bis jetzt vollständig getrennt sind, in Verbindung bringen.

Das Kalkskelett der Stachelhäuter ist immer ein Hautskelett, das sich innerhalb der Tegumente entwickelt, häufig von Faser- und Muskelschichten der Haut, jedenfalls aber von der Epidermis mit allen Gebilden, wie Wimperhaaren, Pigment- oder Pflasterzellen u. s. w., welche sich darin vorfinden können, überzogen wird. Man kann die Beziehungen zwischen dem Tegument und den Kalkstücken sehr deutlich machen, wenn man die Thiere mit irgend einem Reagens, z. B. mit Pikrocarmin färbt. Die Hautfaserschichten, die Muskelbündel, welche sich in der Haut vorfinden, und die Zellen der Epidermis färben sich dann intensiv roth, während die Kalkstücke mit Ausnahme der Einschläge von Zwischengeweben, welche die Kalkmassen durchsetzen, vollständig weiss bleiben.

Alle diese Stücke sind, welches auch ihre Form oder ihre Gruppirung sei, von einem Netze von Kalkbalken gebildet, die zahlreiche Maschen leer lassen, welche von dem Hautgewebe durchsetzt werden. Nur bei einigen Gebilden, wie z. B. bei den Stacheln der Seeigel oder den Stielstücken der Crinoiden geht die Verkalkung so weit, dass die Maschen fast vollständig verwischt werden und nur Spuren davon übrig bleiben. Dieser Bau des Kalkskeletts ist für alle Echinodermen ohne Ausnahme charakteristisch; er zeigt sich ebenso schön in den verschmolzenen Platten der Crinoiden und der Seeigel als in den isolirten Stücken der Holothurien oder in den Kalkrädern der Chirodoten. Die Anordnungen der Kalkbälkchen und der Maschen sind einer unbegrenzten Abwechselung unterworfen; es ist kein Grund vorhanden, hier in die Einzelheiten einzutreten.

Die Verkalkung kann auch im Inneren der Leibesorgane vor sich gehen und auf diese Weise Kau- und Zahnstücke bilden oder anderen Organen, besonders dem Wassergefässsysteme oder auch den die Eingeweide umgebenden Geweben zur Stütze dienen. Schliesslich ist für jedes Gewebe und für jedes Organ die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es zur Entstehung von Kalkelementen Veranlassung geben kann.

Man wird sich immer einen Einblick in die Organisation der Kalkstücke verschaffen können, wenn man dieselben in trockenem Zustande auf in verschiedenen Richtungen vorgenommenen Schnitten abschleift, bis sie durchsichtig werden. In einigen Fällen, wie für die Ankerstücke der Synapten und im Allgemeinen für die isolirten Hautconcremente der Holothurien, wie auch für die in den inneren Geweben zerstreuten Kalkgebilde genügt es, die Stücke in einer concentrirten Lösung von Aetzkali maceriren zu lassen. Das Aetzkali zerstört alle weichen Theile und lässt die Kalkgebilde unberührt.

Das Wassergefässsystem der Echinodermen bietet besondere Verhältnisse, indem es bei vielen zugleich die Function der Ortsbewegung übernimmt. Seine einfachste Form findet sich bei den fusslosen Seewalzen (*Synapta*), bei denen das System gänzlich nach dem gleichen allgemeinen Plane, wie dasjenige der Sipunculiden, gebaut ist und bei welchen es sich auf einen kreisrunden, die Speiseröhre umgebenden Behälter beschränkt. Von diesem Behälter gehen einerseits die Tentakelcanäle, andererseits Gebilde ab, welche als Reservoirs für die Flüssigkeit dienen, wenn die Fangarme eingezogen sind [Poli'sche Blasen]. Die einzige wesentliche Verschiedenheit, welche man zwischen dem Wassergefässsysteme der *Synapta digitata* z. B. und demjenigen des Sipunkels anführen kann, besteht in dem Vorhandensein eines Canales, welcher eine Verbindung zwischen der Leibeshöhle und dem Wassergefässsysteme (Steincanal) herstellt. Dieses Bewässerungssystem existirt bei allen Echinodermen unter sehr wechselnden Formen und bringt mit der im Systeme sich vorfindenden Flüssigkeit bald die in der Leibeshöhle kreisende Flüssigkeit, bald diejenige der Umgebung in Verbindung. Dies geschieht mittelst besonderer Vorrichtungen: durch zahlreiche Poren, welche die Tegumente durchsetzen (Crinoiden) oder durch Siebe, die Madreporenplatten genannt werden (Seesterne, Seeigel). Die Verbindung des Wassergefässsystemes mit der Ortsbewegung durch locomotorische, Ambulacren genannte Fortsätze ist nur bei den Stellariden, den Echiniden und den mit Füssen versehenen Holothuriden vollständig, während sie bei den Ophiuriden und den freien Crinoiden (Comatulen), welche mittelst ihrer beweglichen Arme kriechen, unvollständig ist. Bei allen Echinodermen wird die Verwickelung des Systems sehr bedeutend und bietet unendlich viele Abänderungen dar.

Die Verbindung des Wassergefässsystemes mit der in der Leibeshöhle enthaltenen Flüssigkeit oder mit der umgebenden Flüssigkeit auf der Körperoberfläche ist, wie die Embryogenie es darthut, nur die Folge einer späteren Entwickelung, wenigstens bei den Asteriden, Echiniden und Holothuriden. Bei allen diesen Classen ist das ursprüngliche Darmdivertikel, von dem das Wassergefässsystem abstammt, zur Zeit seiner ersten Bildung blindsackartig geschlossen und die Verbindung stellt sich erst später her. Daraus geht hervor, dass die Organisation des Systemes, so wie sie sich bei den Spritzwürmern vorfindet, unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, der primitiven Larvenorganisation der genannten Echinodermen entspricht. Nur bei den Crinoiden scheint das Wassergefässsystem sich selbständig und unabhängig von dem Darme zu entwickeln.

Wir müssen drittens auf die allen Stachelhäutern gemeinsame, sehr niedere Organisation des Nervensystemes besonders hinweisen. Nirgends, vielleicht mit Ausnahme der Comatulen, hat man selbständige Centralorgane nachweisen können; es existiren nur sehr feine Fasern, in welche sehr kleine, von einer winzigen Protoplasmaschicht umhüllte Kerne eingefügt sind. Diese Protoplasmaschicht setzt sich in den Fasern selbst fort, welche demnach als bedeutend verlängerte Aussendungen kleiner bipolarer Zellen betrachtet werden können. Diese Fasern bilden in der Regel einen ununterbrochenen Ring um den Mund herum, von welchem Aeste in der Richtung der Ambulacralfurchen ausstrahlen. Diese Strahlennerven haben genau denselben Bau wie der Mundring und werden alle von einem modificirten äusseren Epithelium überzogen, dessen Zellen Fortsätze zwischen die Fasern aussenden. Wir erkennen hier ohne Mühe eine grosse Structurähnlichkeit mit dem Nervensysteme gewisser Medusen, wie z. B. mit *Aurelia*, und man könnte wohl, indem man die Analogie weiter verfolgte, das Palissadenepithel, welches die Nervenfasern der Ambulacralgebilde überzieht und theilweise einfasst, als ein Sinnesepithelium ansehen, das aus einer besonderen Modification des allgemeinen Körperepitheliums hervorgeht.

Die Organe der Echinodermen sind im Allgemeinen strahlenförmig um eine senkrechte Mittelaxe herum angeordnet, deren einer Pol in den meisten Fällen durch die Lage des Mundes bestimmt wird. Die Länge dieser Axe wechselt innerhalb sehr bedeutender Grenzen. Sie ist sehr kurz bei flachen Thieren, so bei den Stellariden, wird bei den Echiniden ebenso lang als der Querdurchmesser, übertrifft an Länge diesen Durchmesser bei den meisten Crinoiden und verlängert sich bei den Holothuriden in solchem Maasse, dass der Körper mehr oder weniger wurmförmig wird. Die gewöhnlich in der Grundzahl fünf vorhandenen Strahlen setzen sich bei den Seesternen und Haarsternen mehr oder weniger deutlich vom Körper ab, während sie sich

bei den Echiniden und Holothuriden auf dem Körper selbst zeigen. Sie besitzen nicht immer gleichen Werth, und man kann deshalb bei gewissen Seeigeln und Seewalzen einen unpaaren Strahl unterscheiden, zu dessen beiden Seiten die übrigen Strahlen sich symmetrisch und paarweise gruppiren.

Wir verweisen für die Anordnung der anderen Organe auf die Monographien der verschiedenen Classen, welche diesen Kreis bilden.

Classe der Haarsterne *(Crinoidea)*.

In ihrem Primitivzustande haben die Larven der Crinoiden die Gestalt eines länglichen Tönnchens [Cystideenform (Perrier)], das von mehreren Wimperkränzen umgeben ist und hinten mit einem Büschel strafferer Wimperhaare endet. In dem Inneren dieser frei im Meere herumschwimmenden Larve entwickelt sich mit ursprünglich isolirten Kalkstücken der die verschiedenen Organe (Darmcanal mit Mund und After, Peritonealsäcke u. s. w.) umschliessende Kelch und der mit einer queren Scheibe abschliessende Stiel. Nachdem die Larve einige Zeit lang umhergeschwommen ist, heftet sie sich mittelst dieser Endscheibe irgendwo an und treibt um den auf der entgegengesetzten Seite befindlichen freien Mundpol herum die Tentakeln und endlich die mit Fiederchen versehenen Arme hervor. Der Mund dieser Larven in Pentacrinusform (Perrier) befindet sich alsdann im Mittelpunkte des Kreises, der von den fünf Armen gebildet wird und in der Mitte der Mundscheibe, auf welcher sich auch der excentrisch in einem Interradialraume gelegene After öffnet. Die Arme können sich weiterhin theilen. Auf dem durch auf einander gelegte und mit einander articulirende Stücke gebildeten Stiele können sich strahlige Fortsätze entwickeln, welche im Allgemeinen wie der Stiel beschaffen sind und welche man Cirrhen oder Ranken nennt. Die Arme tragen auf ihren Innenseiten abwechselnd gestellte Fiederchen (*Pinnulae*), in welchen sich die Geschlechtsorgane ausbilden. Die Axe, um welche herum sich die Arme und die Skelettstücke gruppiren, ist also vollkommen bestimmt; sie geht durch den Mund, durch den Grund des Bechers und durch den Stiel; das Thier ist mittelst seines aboralen oder Rückenpoles befestigt, der Mund und der After öffnen sich auf der meistens häutigen Scheibe, welche den Kelch abschliesst und die Mund- oder Bauchseite bildet. Der Kelch ist in seinem breitesten Theile durch diese häutige Scheibe geschlossen, deren Bildungselemente sich auf der Innen- oder Bauchseite der Arme fortsetzen. Zwischen den Armen werden die Kelchwände von der Fortsetzung der häutigen Tegumente

der Scheibe gebildet. Der breiteste Theil des Kelches wird zum grossen Theile von dem Darmcanale ausgefüllt, der sich spiralig umbiegt, um sich zu dem excentrischen After zu begeben. Auf dem Boden des durch aneinander gereihte Kalkstücke und durch die Armwurzeln gebildeten Kelches finden sich andere Organe vor, deren Anordnung wir weiter unten auseinandersetzen werden.

In diesem festsitzenden und gestielten Zustande verharren während ihres ganzen Lebens die grosse Mehrheit der Crinoiden, welche während der geologischen Perioden in allen Meeren ausserordentlich zahlreich vorhanden waren und von denen einige Gattungen (*Hyocrinus, Rhizocrinus, Pentacrinus* und andere) sich heute noch in grösseren Tiefen vorfinden.

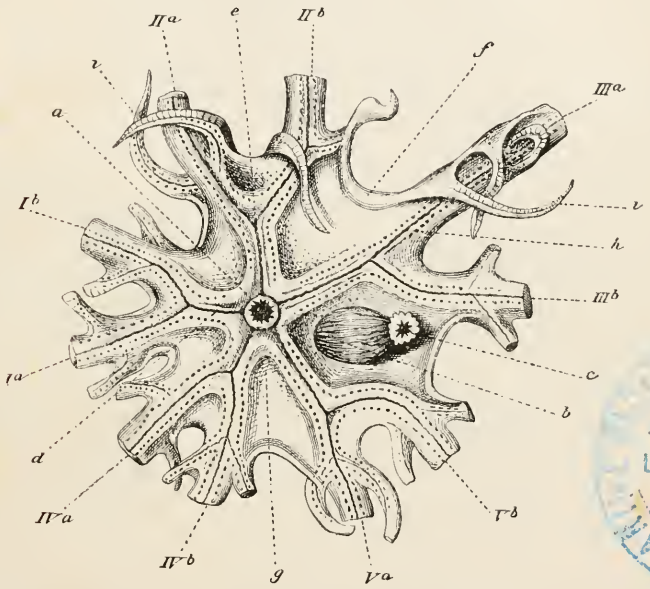
Die Exemplare dieser heute noch lebenden gestielten Crinoiden sind zu selten um als Typen dienen zu können. Glücklicher Weise aber verlässt die Familie der Comatuliden den gestielten Zustand, welchen sie nur im jugendlichen Alter annimmt, um frei zu werden und sich mittelst ihrer Arme und Cirrhen in den zugänglichen Tiefen und selbst bis an die Grenze von Ebbe und Fluth theils kriechend, theils schwimmend umherzubewegen. Wir haben also nothwendig als Typus der Classe eine Comatulide wählen müssen.

Typus: *Antedon rosaceus* (*Comatula mediterranea*, Lmck.). — Diese Art findet sich sehr allgemein an allen Küsten des Mittelmeeres, des Atlantischen Oceans und des Canales vor. Andere sehr benachbarte Arten werden in den nördlichen Meeren angetroffen. Die von uns untersuchten Exemplare kommen von Roscoff, Cette, Neapel und hauptsächlich von Marseille, woher wir, Dank der Gefälligkeit unseres Collegen Marion noch lebende Individuen nach Genf erhalten konnten. Was unsere Arbeit selbst anbetrifft, so sind wir Herrn Edmond Perrier, Professor am Museum zu Paris, zu besonderem Danke verpflichtet. Herr Perrier hatte die Güte, mit uns die Ergebnisse, zu welchen er seinerseits gekommen war, zu erörtern und er hat uns mit den Präparaten in der Hand von der Richtigkeit der Thatsachen überzeugt, von welchen er nur einige kurze Zusammenfassungen veröffentlicht hat.

Orientirung. — Wie wir gesehen haben, war die *Comatula* während ihrer sesshaften Periode in Pentacrinusform mit dem aboralen oder Rückenpol befestigt. Dieser Pol bildet also die Spitze des Kelches bei der freien *Comatula* und ist von einem Cirrhenkranze umgeben. Die Mundscheibe (Fig. 263), die viel breiter ist und im Mittelpunkte den Mund, excentrisch den After und die fünf Tentakelfurchen zeigt, welche sich in einiger Entfernung vom Munde theilen, um sich zu den Aesten der schon auf den Kelchwänden gablig getheilten Arme zu begeben diese der Spitze des Kelches entgegengesetzte Mundscheibe bildet also wie gesagt die Bauchseite. In allen folgenden Beschrei-

bungen stellen wir uns also das Thier auf der Bauchfläche liegend vor, die Kelchspitze nach oben gedreht. Diese Lage ist zwar derjenigen, welche die *Comatula* im Pentacrinuszustande einnimmt, geradezu entgegengesetzt, sie gestattet aber allein, ihre Anatomie mit derjenigen der Stelleriden und Echiniden in Uebereinstimmung zu bringen. Bei diesen letzteren sieht Jedermann eine solche Stellung als die normale an und alle Anatomen reden von dem von dem Munde an aufsteigenden Darmcanale, von dem von der Rückenfläche heruntersteigenden Steincanale u. s. w.

Fig. 263.



Diese Figur bezieht sich wie alle übrigen auf die Typusart *Antedon rosaceus* oder *Comatula mediterranea*. Mundscheibe von der Fläche gesehen und sechsmal vergrössert. I^a und I^b die beiden abgeschnittenen Aeste des vorderen Armes mit ihren Tentakelfurchen, den längs der Furchen gereihten gelben Körpern und den durchschnittenen Mundfiederchen. Die übrigen Arme werden durch die römischen Ziffern von II bis V bezeichnet. *a*, Mund; *b*, Afterröhre; *c*, deren Mündung; *d*, vordere Tentakelfurche, wie die übrigen sich gablig theilend; *e*, Zweitheilung der vorderen linken Furche; *f*, Falte der Tegumente der Scheibe, die sich zu den Mundfiederchen fortsetzt; *g*, die Gruppen der Wimpertrichter, die besonders in den Winkeln zwischen den Armen vereinigt sind; *h*, gelbe Körper (Zooxanthellen).

Haben wir so diese Lage bestimmt, so nehmen wir eine senkrechte Sagittalebene an, deren Richtung auf der Mundscheibe durch die Mittelpunkte der Mund- und Afteröffnung bestimmt wird. Diese Ebene geht durch eine dem After gegenüberstehende Tentakular-

furche bis zu ihrer gabligen Theilung; diese Furche wird also die unpaare oder vordere Furche (*d*, Fig. 263 a. v. S.) sein, während der After in dem unpaaren oder hinteren Interambulacralraume gelegen ist. Wir werden also zwei Paare Furchen und zwei Interambulacralräume rechts und zwei links haben und auf den von der Bauchseite gezeichneten Ansichten (Fig. 263) muss man in Gedanken diese Seiten umkehren.

Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass wir durch diese Orientirung in keiner Weise in die endlosen Debatten eingreifen wollen, in welche man sich in Bezug auf die Homologisirung der Bestandtheile der verschiedenen Echinodermen eingelassen hat; es ist eine rein anatomische Orientirung, die wir zum Zwecke der Beschreibung der Organe und ihrer gegenseitigen Lage aufstellen. Sie wird indessen durch die Thatsache unterstützt, dass der Arm, auf welchen die vordere Tentakelfurche zugeht, nach Perrier sich bei der jungen *Comatula* zuerst entwickelt.

Präparation. — Man kann an von lebenden Exemplaren abgeschnittenen Armen sehr viele Einzelheiten beobachten, besonders in Bezug auf die Bildung der Fiederchen, der Tentakeln, der Papillen, auf die Vertheilung der Wimperhaare u. s. w. Man kann auch, indem man mittelst eines runden Einschnittes die Mundscheibe loslöst und dann mit einem feinen und spitzen Scalpell die Kelchwände im Inneren zwischen den Armen bis zur Kelchspitze umkreist, um den an der Mundscheibe hängenden Darmcanal mit seinen Nebengebilden in seiner Gesammtheit herauszunehmen, sich von der Anordnung und den Windungen desselben Rechnung ablegen, indem man ihn unter Wasser präparirt und die Züge der verschiedenen Gewebe, welche diese Windungen zusammenhalten, sorgfältig trennt. Aber diese Präparate können uns über eine Menge von Vorrichtungen keinen Aufschluss geben, und es ist unumgänglich nothwendig, um einen Einblick in die Organisation der *Comatula* zu erhalten, durch Schnitte in verschiedenen Richtungen den Kelch sowohl als auch die Arme und die Cirrhen zu zerlegen.

Zur Controle nimmt man einige Schnittserien an nicht entkalkten Thieren vor, die man auf gewöhnliche Weise gefärbt und in Alkohol gehärtet hat. Abgesehen von dem Uebelstande, dass so gefertigte Schnitte die Rasirmesser stark beschädigen, können sie auch zu sehr vielen Irrthümern Veranlassung geben, da in Folge des verschiedenen Widerstandes der weichen Theile und der harten Kalkstücke leicht Verschiebungen und Zerreissungen eintreten. Man hat sich demnach an entkalkte Thiere zu wenden. Das Verfahren, mit welchem wir am meisten Erfolg hatten, ist das folgende. Man tödtet die Comatulen, indem man sie in schwachen Alkohol taucht. Um sehr feine, zu histologischen Studien bestimmte Schnitte zu erhalten, findet man einige

Vortheile im Gebrauche von Aetzsublimat. Nach einigen Stunden fügt man einige Tropfen Salpetersäure hinzu. Der Alkohol darf nur schwach angesäuert sein, damit keine stürmische Entwickelung von Kohlensäure stattfinde. Man behandelt von Neuem zu wiederholten Malen mit angesäuertem 70procentigem Alkohol, bis keine Entweichung von Kohlensäure mehr stattfindet. Man wäscht mit Wasser aus, wenn alle Kalksubstanz vollständig gelöst ist und färbt mit Pikrocarminat, das zwar nur wenig eindringt, aber durch die oberflächliche Färbung die Lage der Gegenstände im Paraffin leicht erkennen lässt. Dann härtet man mit 90procentigem und absolutem Alkohol, schliesst in Paraffin ein und nimmt Schnitte vor. Das Innere ist gewöhnlich nicht gefärbt; aber nachdem man mit Gewürznelkenöl behandelt und das Paraffin vollständig mit Benzin oder Chloroform ausgezogen hat, trocknet man die Schnitte und färbt sie in Pikrocarminat. Wir haben auf diese Weise Reihen sehr schöner Schnitte erhalten. Die Chromsäure, die man zur Entkalkung ebenfalls vorgeschlagen hat, muss verworfen werden. Die Gewebe werden zerreiblich und spröde, bevor der Kalk ausgezogen ist. Da der salpetersaure Kalk in Alkohol leicht löslich ist, so erhält man mit dem angegebenen Verfahren die vollständige Auslaugung der Kalksubstanz, indem man gleichzeitig noch die Gewebe passend durch Alkohol härtet. Man kann auch, um in Weingeist aufbewahrte Thiere zu präpariren, sie mit angesäuertem Alkohol härten und sie, wenn man beim absoluten Alkohol angelangt ist, mit Eosin färben. Wir haben bei Prof. Perrier sehr schöne Präparate gesehen, welche auf diese Weise hergestellt worden waren.

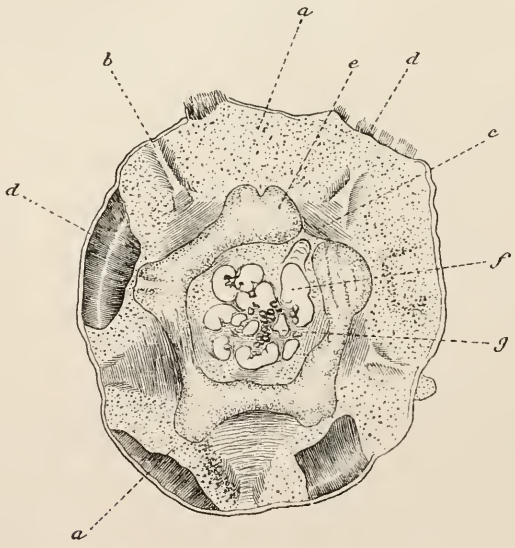
Für das Studium des Kalkskelettes muss man sich an entkalkte und nicht entkalkte Schnitte halten, wenn es sich nur um die feinere Structur handelt; will man das Skelett im Zusammenhange untersuchen, so muss man die Thiere so viel wie möglich von den weichen Organen befreien, um sie nachher, aber nur sehr kurze Zeit lang, in einer verdünnten Lösung von Aetzkali maceriren zu lassen. Längere Einwirkung des Reagens würde die einzelnen Stücke aus einander fallen lassen. Man trocknet und bleicht das so erhaltene Skelett.

Allgemeine Lagerung der Organe. — Da nun die Orientirung so wie wir es angegeben haben, festgestellt ist, so wollen wir die allgemeine Lage der Organe im Kelche skizziren, in der Absicht, dem Anfänger das Verständniss der Anatomie der *Comatula*, die sehr schwer zu entziffern ist, zu erleichtern. Da man sich zu diesem Behufe hauptsächlich an Schnitte in verschiedenen Richtungen halten wird, so haben wir in den Figuren 264 bis 268, welche drei Horizontal- und zwei Verticalschnitte des Kelches wiedergeben, die gleichen Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet.

Wenn man die Untersuchung von der Rückenseite oder der verengerten Kelchspitze aus beginnt, so sieht man auf einem etwas unter-

halb der letzten unteren Cirrhen durchgehenden Schnitte (Fig 264) den fünfseitigen Ring des Centralnervensystemes (*e*), welcher in seiner Mitte eine Rosette von eingegrabenen Höhlen umgiebt, in welchen der drüsige Theil des Dorsalorganes (*g*) endigt. Diese Höhlen bilden einen Theil desjenigen Organes, welches man das gekammerte Organ (*f*) genannt hat. Die Kalkstücke (*a*) der Spitze des Kelches sind durch starke Muskelmassen (*d*) und durch linienartige Nähte (*b*) verbunden, die ebenfalls von Muskeln (*c*) durchsetzt werden. Man kann an auf einander folgenden horizontalen Schnitten die Entwickelung des gekammerten und des Dorsalorganes verfolgen und ersehen, dass sich bald in die Höhlen des gekammerten Organes Darmschlingen eindrängen,

Fig. 264.



Etwas schief durch die Centrodorsalplatte gehender Horizontalschnitt der Kelchspitze. Verick, Oc. 1, Obj. 1, *Cam. luc.* *a*, Kalkstücke der Spitze durch articulirte Flächen *b* getrennt, in welche innere Quermuskeln (*c*) eingelassen sind; *d*, zu den entstehenden Armen gehende Muskeln; *e*, fünfseitiger Ring des centralen Nervensystemes; *f*, Höhle, die mit den übrigen das sogenannte gekammerte Organ bilden hilft; *g*, Dorsalorgan an seinem Beginne.

welche sich mit einander vereinigen, um auf einem den Kelch in seiner Mitte durchschneidenden Schnitte (Fig. 265) den um die verticale Körperaxe sich aufrollenden Darmcanal zu zeigen. Das gekammerte Organ ist verschwunden, das Dorsalorgan (*g*) lässt nur noch seine letzten Verzweigungen wahrnehmen. Der Darmcanal beginnt in der Mitte mit dem Grunde der Magenhöhle (*h*), welche sich nach hinten

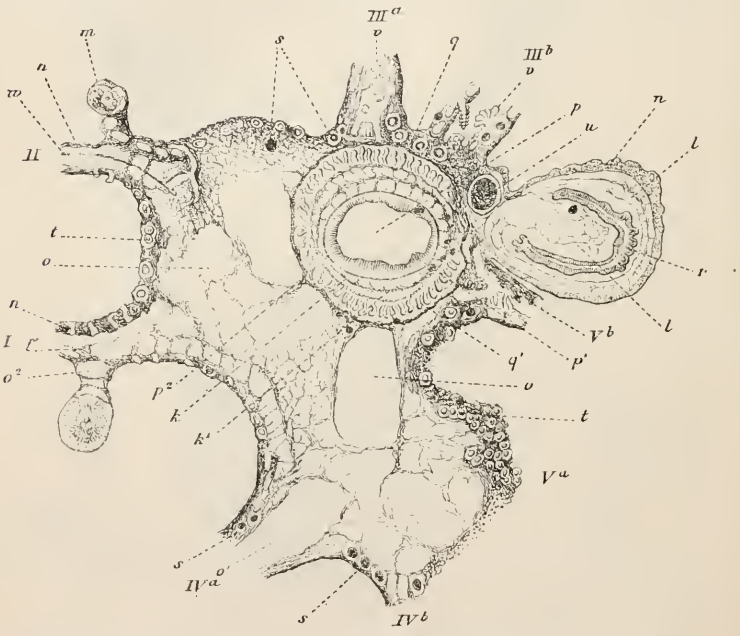
und seitlich fortsetzt, um sich mittelst einer Verengerung (h^1) in den sehr breiten Darmcanal (i) zu öffnen, welcher mit seiner äusseren Peripherie der Körperwand folgt und von seiner Innenwand zahlreiche gegen die Körperaxe gerichtete Blinddärme (i^1) aussendet. Er ist von den Tegumenten durch eine Peritonealhöhle (o) getrennt, die von einem Mesenterium (l) durchzogen ist, welches oft und besonders auf horizontalen Schnitten das Aussehen einer Scheidewand annimmt,

Fig. 265.

Horizontalschnitt durch die Mitte des Kelches, wo der Darmcanal seine grösste Ausdehnung besitzt. Veriek, Obj. 0, *Cam. luc.* *d*, Muskeln der wie auf Fig. 263 numerirten Arme; *g*, untere Endigung des Dorsalorganes; *h*, Magenhöhle, mittelst eines Isthmus h^1 in den Darm *i* sich fortsetzend, der die ganze Peripherie des Kelches umwindet; i^1, Darmblindsäcke; i^2, Darmwand; i^3, Magenblinddarm; i^4, Umbiegung des Darmes zu seinem Mastdarmabschnitte; *k*, schwammiges Gewebe; k^1, Peritonealräume in dem schwammigen Gewebe; *l*, Mesenterium; *m*, durchschnittene Mundfiederchen; m^1, Nerv des Fiederchens; *n*, Tegumente des Kelches; n^1, dieselben von Wimpertrichtern durchbohrt; *o*, Peritonealhöhle; o^1, ihre Fortsetzungen in die Arme, in verschiedenen Höhen horizontal angeschnitten.

welche die Peritonealhöhle in zwei concentrische Höhlen trennen würde. Dieses Mesenterium wird um den Munddarm und die Blinddärme herum sehr complicirt und dick, füllt den durch die Darmwindungen umschriebenen Axenraum aus und nimmt hier den Namen schwammiges Gewebe (*k*) an. Die Kelchwände (*n*) weisen an einigen Stellen die Längsschnitte der Wimperröhren oder Wimpertrichter auf, von welchen sie durchsetzt werden (n^1). Solche Wimpertrichter finden sich noch an den Wurzeln der zehn Arme, deren mehr oder weniger tiefe Horizontalschnitte, die Fortsetzungen des Mesen-

Fig. 266.



Oberflächlicher, die Scheibe des Kelches streifender Horizontalschnitt. Verick, Obj. 0, *Cam. luc.* Die Arme sind wie auf den vorhergehenden Figuren numerirt; *h*, schwammiges Gewebe; h^1, Gefässringe in diesem Gewebe; *l*, Mesenterium; l^1, Fortsetzung desselben in die Arme; *m*, Mundfiederchen; *n*, Tegumente; *o*, Peritonealhöhle; o^1, Fortsetzung in die Arme; o^2, in die Mundfiederchen; *p*, Mundhöhle; p^1, ihr Epithelium; p^2, Faserschicht des Darmcanales; *q*, Hydrophorröhren; q^1, Wand des Wassergefässringes; *r*, Mastdarm in der Afterröhre r^2 zusammengefaltet; *s*, gelbe Körper; *t*, Wimpertrichter, von oben gesehen; *u*, Durchschnitt eines in die Tegumente eingesenkten Schmarotzers (Copepode?); *v*, Tentakeln der Arme; *w*, Geschlechtsröhre des Armes.

teriums und der Peritonealhöhle in die Arme zeigen. Die sterilen Mundfiederchen (*m*) biegen sich über die Arme herüber und bieten ihre Querschnitte dar.

Es wird beinahe unmöglich, vollkommen horizontale Schnitte anzufertigen, weil die häutige Mundscheibe sich in verschiedener Weise zusammenzieht. Unser dritter Schnitt (Fig. 266) streift die Innenseite der Tegumente der Scheibe in etwas schiefer Richtung. Man sieht in der Mitte die runde Mundhöhle (*h*), die von dem schwammigen Gewebe (*k*) umgeben ist, um welches herum ein ringförmiger Raum sich ausbreitet, in dem die Wasserröhren (*q*) liegen. Hinter dem Munde findet sich die fast ringförmige Afterröhre (r^2), welche in ihrem Inneren den hufeisenförmig gebogenen und von Mesentcrialnetzen (*l*) umgebenen Mastdarm einschliesst. Einige Arme sind oberflächlich gestreift worden; man sieht auf ihnen Tentakeln, welche die zwischen ihnen hinlaufende Furche begrenzen oder auch wohl die Fortsetzung der Canäle und sogar auf einem den Geschlechtsstrang (*w*), welcher den Arm in seiner Länge durchzieht und sich in die Fiederchen (*Pinnulae*) verzweigt. Die Körperhüllen sind sehr oberflächlich angeschnitten; man sieht darin quer oder schief durchschnittene Wimpertrichter. Wir haben auf dieser Figur die Lage einiger parasitischer Körper, gelber Körper oder Zooxanthellen (*s*) und eines Bohrkrebses angedeutet, dessen Unterleib quer geschnitten ist (*u*).

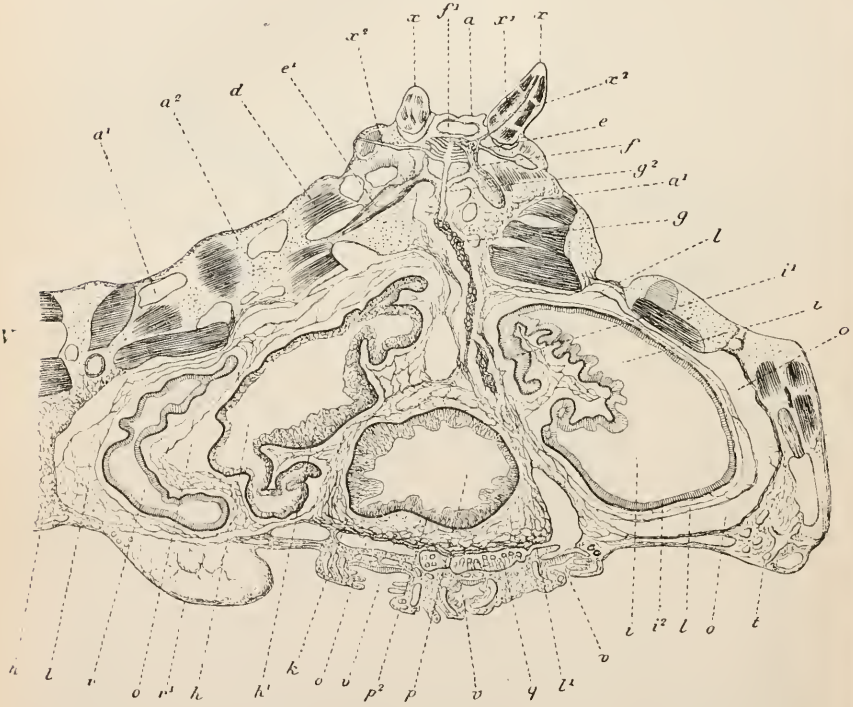
Verticalschnitte vervollständigen diese Angaben. Da die *Comatula* eine fünfstrahlige Anordnung darbietet, so ist es klar, dass man nur fünf normale Verticalschnitte erhalten kann, die durch Ebenen gehen, deren Lage durch die Körperaxe und die fünf Tentacularrinnen bestimmt wird. Die Körperaxe wird durch den Mittelpunkt des Mundes und der Kelchspitze bestimmt und die Ebenen gehen durch die Axe je einer Tentakelfurche und durch die Mitte eines Interbrachialraumes. Unter diesen Schnitten ist derjenige, welcher durch die Mitte des Afters geht, ein besonders deutlich ausgeprägter Normalschnitt. Alle anderen parallelen Schnitte werden tangentiell sein wie derjenige, den wir absichtlich für die Figur 267 (a. f. S.) ausgewählt haben. Er streift die normale Sagittalebene in etwas schiefer Richtung bezüglich der Körperaxe in der Art, dass das Dorsalorgan (*g*) in seiner ganzen Länge vom centralen Nervensysteme an bis gegen den Grund der Mundhöhle (*p*) sichtbar ist und seine Beziehungen, oben zu dem Centralnervensysteme (*c*) und dem gekammerten Organe (*f*), unten zu dem schwammigen Gewebe (*k*) um den Mund herum zeigt. Diese Figur lässt gleichzeitig auch die Windungen des Magens und des Darmes, sowie auch die Anordnungen des Mastdarmes, des Mesenteriums (*e*), der Peritonealhöhle (*o*), der Wasserröhren (*q*) und der Furchen mit ihren Fangarmen (*v*) deutlich erkennen. Die Figur 268 (a. S. 535) vervollständigt die Demonstration, indem sie einen normalen Sagittalschnitt bietet, der durch die Mitte des Mundes und der Afterröhre geführt wurde.

Wenn man diese Vertical- und Horizontalschnitte mit einander

vergleicht, so wird man sich leicht Rechenschaft ablegen können über die Lage der Organe und über ihre gegenseitigen Beziehungen, welche oft sehr schwer herauszufinden sind, besonders bei der erwachsenen *Comatula*, mit der wir uns hier zu beschäftigen haben.

Skelett. — Alle Stücke, welche das Skelett zusammensetzen, werden von Kalknetzwerken gebildet, die von einem Einschuss von Geweben umgeben und durchsetzt werden. Diese Gewebe lassen sich im Allgemeinen ziemlich gut mit Pikrocarminat färben und werden

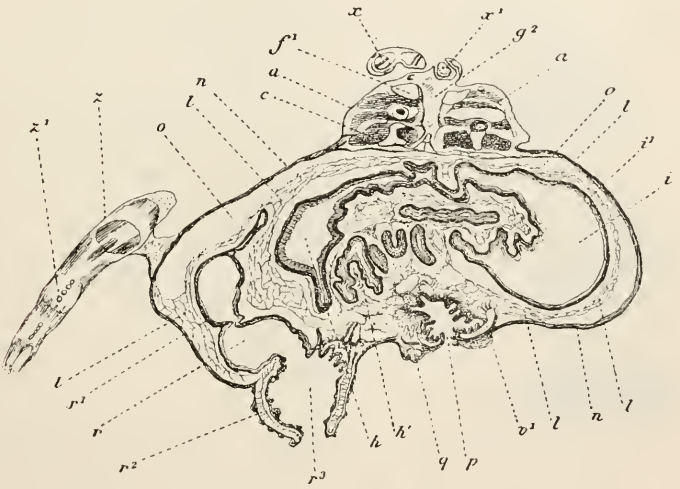
Fig. 267.



Durch die Körperaxe und den fünften Arm geführter Verticalschnitt, welcher die Afterröhre streift und die Mundhöhle halb öffnet. Verick, Obj. 0, *Cam. lucid.* *a*, Kalkstück (Centrodorsalplatte); a^1, erstes Radiale; a^2, zweites Radiale; *d*, Muskeln; *e*, Centralnervenring, von den zu den Ranken gehenden Gefässen durchzogen; *f*, f^1, Höhlungen des gekammerten Organes; *g*, Dorsalorgan in seiner ganzen Länge; g^2, zu dem Nervenringe sich begebende Gefässsäule; *h*, Magenhöhle; h^1, ihr Epithelium; h^2, Magenblinddarm; *i*, Darm; i^1, Darmblindsäcke; i^2, Darmepithelium; *k*, schwammiges Gewebe; *l*, Mesenterium; l^1, schwammiges Gewebe; *n*, Tegumente; *o*, Peritoncalhöhle; o^1, Fortsetzung in die Arme; *p*, Mundhöhle; p^2, Faserschicht der Darmwand; *q*, Hydrophorröhren; *r*, Mastdarm, angeschnitten; r^1, Mastdarmröhre, gestreift; *v*, Tentakelfurchen, auf den Rändern des Mundes einander genähert; *x*, Ranken; x^1, Muskeln; x^2, Nerven der Ranken.

von feinen, homogenen Bindegewebsfasern und von Nerven und Gefässen gebildet, über welche wir uns später auslassen werden. Die Anlage dieser Netzeinschläge entbehrt oft einer deutlichen Anordnung; in anderen Fällen, z. B. in den Mundfiederchen, sind sie in concentrischen Reihen nach den Radien der Kugel angeordnet. Die Stücke sind oft mit einander verbunden und fast verschmolzen, so dass man nur eine dünne Trennungslinie wahrnimmt, aber in den meisten Fällen werden sie durch Gelenkflächen verbunden, die mit Bändern, welche eine gewisse Beweglichkeit erlauben, umgeben sind. Dies ist nicht nur für die Cirrhen und die freien Arme der Fall, sondern auch für die in den Kelch eingelassenen Stücke; die *Comatula* kann den Kelch

Fig. 268.



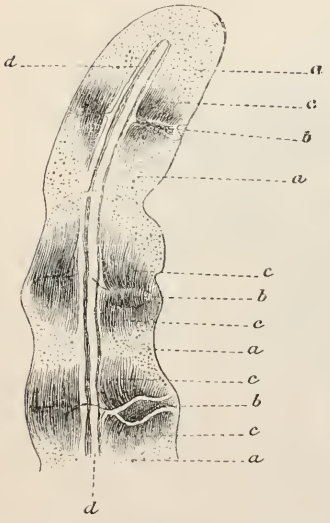
Verticalschnitt durch die Axe und die durch die Mund- und Afteröffnung bezeichnete Sagittalebene. Ein Fiederchen ist oberflächlich gestreift worden. Gundlach, Obj. 0, *Cam. luc.* *a*, die Kelchspitze bildende Stücke; *c*, sie verbindende Muskeln; f^1, Seitenhöhlen des gekammerten Organes; g^2, Säule des Dorsalorganes, gestreift; *h*, Magenhöhle; h^1, Magenblinddarm; *i*, Darmhöhle; i^1, Darmwand; *l*, Mesenterium; *n*, Tegumente; *o*, Peritonealhöhle; *p*, Mundöffnung; *q*, Hydrophorröhren; *r*, Mastdarm; r^1, Mastdarmwand; r^2, Afterröhre; r^3, After; v^1, Wassergefässcanal des Tentakels; *x*, Ranke; x^1, in der Articulation geschnittene Ranke; *z*, fruchtbares Fiederchen; z^1, Wimperbecherchen in dem Rückencanal des Fiederchens.

verengen, so dass er tiefer und von kegelförmiger Gestalt zu sein scheint; sie kann ihn auch erweitern und abflachen, indem sie die Mundscheibe der Kelchspitze nähert.

Diese Spitze wird von einem einzigen fünfseitigen Stücke, der Centrodorsalplatte (*a*, Fig. 267) eingenommen; sie trägt auf ihrer Aussenseite eine rundliche Vertiefung mit etwas erhobenen und stumpf

fünfseitigen Rändern, es ist die Gelenkfläche, in welche der Stiel auf seiner ganzen Aussenseite eingelenkt war. Diese Platte ist von kleinen runden Löchelchen durchbohrt, welche zu feinen, die Platte durchsetzenden Canälen hinleiten. Diese Canäle, welche schief von aussen und oben gegen den inneren Mittelpunkt der Platte verlaufen, werden von den Nervengefässen durchzogen, welche zu den in kleine Vertiefungen eingelenkten, in der Anzahl von dreissig oder mehr vorhandenen Cirrhen oder Ranken sich begeben. Auf der Innen- oder Bauchseite zeigt die Platte einen verdickten Kreisrand, von welchem fünf Strahlen ausgehen, die sich im Mittelpunkte vereinigen; die Zwischenräume zwischen diesen erhabenen Strahlen werden von fünf dreieckigen, mit der Platte verschmolzenen Stücken eingenommen, welche man die fünf ersten Radialien (*a*, Fig. 264) nennt. Die Rückenplatte ist offenbar das erste Stück des Stieles, welches beim Abfalle dieses letzteren an den ersten die Kelchspitze bildenden Radialien hängen bleibt. Diese Deutung wird durch das Vorhandensein von Rückencirrhen in wechselnder Anzahl bestätigt, denn diese Cirrhen entsprechen analogen Anhängen, welche noch weiter unten auf dem Stiele vieler Crinoiden sich finden.

Fig. 269.



Längsschnitt eines Rankenendes. Zeiss, Oc. 2, Obj. A. *Cam. lucid.* *a*, zusammensetzende Kalkstücke; *b*, mehr oder weniger geöffnete Gelenke; *c*, Muskeln; *d*, centraler Gefässnerv.

Die Rückencirrhen (Fig. 269) werden von einer Reihe cylindrischer, an einander gereihter Stücke gebildet, die an Dicke gegen das distale Ende hin abnehmen. Das Endstück trägt oft einen kleinen, eine Zange bildenden Seitenhaken. Diese Stücke sind an beiden Enden durch rundliche Aushöhlungen mit erhabenen und buckligen Rändern vertieft und diese Höhlungen sind im Umkreise mit Muskelfasern erfüllt, die eine mit knorpeligen Wänden versehene Gelenkhöhle umgeben. In der Mitte dieser Stücke befindet sich ein runder Canal, der von dem Nervengefässe der Ranke seiner Länge nach durchsetzt wird. Die Muskeln sind mit Unrecht von einigen Autoren, noch in letzter Linie von Ludwig, bestritten worden; sie sind aber sehr deutlich, und auf gut ausgefallenen, die Oberfläche streifenden Schnitten sieht man ihre peripherischen Ansätze in Gestalt vereinzelter im Kreise auf den Rand des Gelenkes

gestellter Bündel. Die Zahl der Ranken ist eine sehr wechselnde; sie gehen leicht verloren und man findet fast immer solche, die im Begriffe sind, die ausgefallenen zu ersetzen. Sie dienen den Comatulen zum Anklammern an unterseeische Gegenstände und sind aussen nur von einer dünnen Tegumentschicht überzogen.

Die fünf ersten Radialien, welche die Kelchspitze bilden, können durch längeres Kochen in concentrirtem Aetzkali von dem Centrodorsalstück abgetrennt werden, sie sind aber mit einander und mit einer dünnen Gitterplatte verschmolzen, welche sich zwischen sie und die Centrodorsalplatte einschiebt und von ihnen im Pentacrinusstadium getrennt ist. Dieser von Carpenter „Rosette" genannte Theil zeigt in der Mitte eine fünfseitige Vertiefung mit vorstehenden rundlichen Ecken; er ist von einem centralen Loche durchbohrt und von fünf rundlichen Gruben, die getrennt zwischen die Ecken gestellt sind, umgeben.

Jedes der ersten Radialien hat eine dreieckige Form; sie sind durch platte Oberflächen und dazwischen gelagerte Bandmasse mit einander vereinigt, und auf ihren centralen Flächen finden sich sehr complicirte, durch vorstehende Gitterwerke umschriebene Höhlungen, in welche sich die Centraltheile des Nerven- und Gefässsystemes bergen. Man kann sich für die genauere Beschreibung dieser kalkigen Gitterwerke, auf die wir hier nicht eingehen können, an die Abhandlung W. B. Carpenter's wenden.

Die ersten Radialien sowie auch die Rosette sind von aussen nicht sichtbar.

Die fünf zweiten Radialien sieht man dagegen von aussen an den Seiten des Fünfeckes der Centrodorsalplatte eingelenkt. Um sie gut sehen zu können, muss man die Cirrhen wegnehmen. Sie haben aussen eine stumpf viereckige Form; ihre breiten Seiten legen sich an das Fünfeck und an die dritten Radialien, welche eine dreieckige Form mit breiter Basis haben und deren Spitze nach aussen gekehrt ist. Auf den beiden freien Flächen dieser dritten Radialien articuliren sich die ersten Stücke der Arme, welche von ihrem Entstehen an gablig getheilt sind. Die Innen- und Seitenflächen aller dieser Radialien sind vielfach vertieft und in den Hohlräumen der Seitenflächen liegen mächtige Muskelmassen. Auf ihren Innenflächen fallen hauptsächlich Gruben in das Auge, in welchen die fünf Nervengefässe sich bergen, die sich gablig theilend zu den Armen gehen. Die Vereinigung aller dieser inneren Vertiefungen, welche mit Membranen ausgekleidet sind, Querscheidewände aussenden und so ein verwickeltes System von kammerartigen Lücken zeichnen, bildet die Vorrichtung, welche die Autoren das gekammerte Organ genannt haben. Es ist dies deshalb eine überaus unpassende Bezeichnung, weil dieses sogenannte Organ nur eine Reihenfolge verwickelter Höhlen

darstellt, die von dem Dorsalorgan mit seinen Gefässen durchzogen werden und die Fortsetzung der allgemeinen Körperhöhle, des Coelomes, bilden, das die Eingeweide umgiebt.

Die Arme werden anfänglich von einer Reihe von länglichen mit den Enden einander anliegenden Stücken gebildet, deren Dicke von der Basis gegen die Spitze hin nach und nach abnimmt. Diese Stücke zeigen aussen eine convexe Fläche, während sie auf der Innenseite eben oder für die Aufnahme der mächtigen Ventralmuskeln leicht vertieft sind. Ihre anstossenden Flächen berühren sich übrigens nur auf dem äusseren convexen Kreisrande, wo sie durch ein dünnes aus elastischen Fasern zusammengesetztes Band verbunden sind; innerhalb dieses Kreisrandes sind die Oberflächen, welche einander zugekehrt sind, vertieft und ausgehöhlt, um noch Gelenkmuskeln aufzunehmen. Ausser den Gelenken findet man noch eigenthümliche Theilungsspalten, Syzygien genannt, an denen die Arme am leichtesten abbrechen und von denen wir später sprechen werden. Alle die Arme zusammensetzenden Stücke weisen in der Mitte ihrer Kalksubstanz einen Längscanal auf, der bis zum distalen Ende des Armes von dem aus dem Centralorgane sich fortsetzenden Nervenstamme durchzogen wird.

Man findet kaum erwachsene Comatulen, die eine regelmässige Reihe von die Arme zusammensetzenden Stücken aufzeigen. Diese Organe brechen sehr leicht ab und werden so verstümmelt; nach den Beobachtungen von Jickeli würden sie sich sogar ganz von der Scheibe zur Zeit der Reife der Geschlechtsproducte, wo eine Art Begattung stattfinde, ablösen. Wie dem auch sei, die verwundeten, verstümmelten oder abgebrochenen Arme wachsen wieder nach; indessen findet diese Regeneration meist nicht in regelmässiger Weise statt; es bilden sich oft dreieckige Stücke, die kürzer als lang sind und sich zwischen andere längere einschieben. Allein der Grundplan des Baues, der Centralcanal, die gewölbte Aussenfläche, die flache oder ein wenig rinnenartig vertiefte Innenfläche werden in diesen unregelmässigen Stücken immer beibehalten.

Auf die Arme sind in zwei ursprünglich abwechselnden Reihen spitze und ziemlich lange Aeste gestellt, welche man Fiederchen (*Pinnulae*) genannt hat. Ihre Skelettstücke sind auf gleiche Weise wie diejenigen der Arme gebildet — es sind secundäre Arme in kleinem Format. Die Fiederchen tragen bekanntlich die Geschlechtsorgane, aber diejenigen, welche in der Nähe des Mundes liegen, bleiben immer unfruchtbar. Dafür werden sie aber länger als die übrigen und beugen sich auf die Mundscheibe in der Weise herüber, dass sie eine Art Reuse bilden, welche die Scheibe beschützt. Carpenter hat diese unfruchtbaren *Pinnulae* unter dem Namen Mundfiederchen (*Pinnulae orales*) (*i*, Fig. 263) unterschieden. Diese Fiederchen setzen sich wie

die übrigen mit ihrem Anfangsstücke an der convexen Rückenseite des Armes an; da sie aber immer vom zweiten Brachiale abgehen, um sich mit ihrem freien Theile auf die Mundscheibe herüber zu beugen, so folgt daraus, dass sie noch mit ihrem proximalen Ende in die Tegumente der Körperseiten eingelassen sind und dass das Kelchtegument ihre ventrale Fläche, um sie zu überziehen, erst in einer gewissen Entfernung von ihrem Ursprunge erreicht. Als Folge dieser Anordnung sieht man auf horizontalen und parallelen Schnitten der Scheibe der *Comatula* (Fig. 265 und 266) die Mundfiederchen regelmässig in Ballnetzform mit mehr oder weniger langen Stielen, von den Canälen, von denen wir weiter unten reden werden, durchzogen und mit einem dickeren, rundlichen Knopfe endigend, der auf seinem Umfange gegittert ist und in der Mitte den kernförmigen Durchschnitt des Nerven trägt.

Ausser diesen zusammen das articulirte Skelett bildenden Stücken finden wir überall in den Körperhüllen und in den häutigen Peritonealausbreitungen in dem Inneren des Körpers noch Kalkgebilde vor. In den Tegumenten der Fiederchen und der Arme und besonders in den Tentakeln sind es Nädelchen von unregelmässigen Formen, bald einfach, bald ästig, bügelförmig oder Ringe mit hervortretenden Spitzen bildend; in den Tegumenten der Scheibe sind es gefelderte und gegitterte Massen oder Scheiben, durch deren Oeffnungen die weichen Gewebe hindurchgehen; in dem Peritoneum endlich findet man kleine Scheiben, deren Oberfläche durch strahlige Kanten vertieft und ausgeschnitten wird. Diese Scheibchen ordnen sich netzartig nach dem Verlaufe der Gefässe. Alle diese verschiedenen Formen gehen besonders in der Nähe des Mundes in einander über. Auf entkalkten Schnitten sind sie verschwunden ohne Spuren zu hinterlassen; um sie in ihrer natürlichen Lage zu beobachten, muss man die verschiedenen nicht entkalkten Gewebe präpariren und sie mit Glycerin aufhellen. Wenn man die Gewebe mit Pikrocarminat schwach färbt, macht man diese Kalkstücke sichtbarer. Alle diese Gebilde sind in den Geweben zerstreut und den angegebenen Fall ausgenommen ohne ersichtliche Gruppirung; um sie in ihren Einzelheiten zu studiren, löst man die Gewebe in Aetzkali auf; die vereinzelten Kalkstücke bleiben in ihren Formen unverändert, aber ihre Beziehungen zu den übrigen Geweben sind geschwunden.

Tegumente. — Das allgemeine Körpertegument fasst alle Kalkstücke ohne Ausnahme in sich ein; man kann also das articulirte Skelett als ein Hautskelett betrachten. Das Tegument wird aussen von einer einfachen Pflasterschicht rundlicher und flacher Zellen gebildet, die einen glänzenden Kern besitzen; dieses Epithelium bedeckt eine mehr oder weniger dicke Schicht von Bindegewebsfasern, welche sich in allen Richtungen durchkreuzen. Auf der Rückenfläche des articulirten

Skelettes und im ganzen Umkreise der Cirrhen wird diese Haut auffallend dünner und setzt sich direct in die Gewebe fort, welche die Zwischenräume der Kalksubstanz erfüllen. Auf der Mundscheibe wird die Haut beträchtlich dicker und setzt sich mittelst Bändern, Brücken und Fortsätzen mit den inneren Geweben in unmittelbare Verbindung.

Auf Verticalschnitten der Tegumente der Scheibe unterscheidet man aussen eine feine Scheidungslinie, welche den Schnitt des Epitheliums darstellt, hierauf das eigentliche Hautgewebe, das von einer losen Verfilzung körniger Fasern gebildet wird, deren allgemeine Richtung indessen rechtwinkelig zu der Oberfläche steht. Dieses Gewebe weist zahlreiche Lücken und Zwischenräume auf, welche zweifelsohne, wenigstens theilweise, dem Lumen der durchschnittenen Hautgefässe, sowie den Nädelchen und netzartigen Concretionen, mit denen das Gewebe durchsäet ist, entsprechen. Endlich erscheint als innere Grenze eine dichtere, aus dicken, meist horizontalen und schiefen verschlungenen Fasern gebildete Schicht. Die Schnitte der verschlungenen Fasern bieten sich in Gestalt ausserordentlich feiner Punktirungen dar. Diese Schicht, von der aus die gegen die Oberfläche gerichteten Fasern aufsteigen, liefert nach innen Bänder zu den Mesenterien hin und setzt sich ohne Unterbrechung auf die Peritonealfläche des Darmes und auf den Boden der Tentakelfurchen fort. Wir werden in der Folge auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Fig. 270.

Oberflächliches Gefässnetz in den Tegumenten. Zeiss, Oc. I, Obj. E, *Cam. lucid.* *a*, Gefässe; *b*, Zwischengefässräume mit Pigment.

Man kann sich in den Tegumenten der Scheibe leichter einen Einblick in die Vertheilung der Pigmente und der oberflächlichen Gefässschlingen verschaffen. Diese letzteren (*a*, Fig. 270) bilden unregelmässige, mehr oder weniger eiförmige Maschen, welche man, obwohl mit geringerer Leichtigkeit, in den Tegumenten der Arme und der Fiederchen verfolgen kann. Die Gefässwände bieten eine sehr deutliche Punktirung dar, die durch die sehr kleinen Kerne der Endothelialzellen bedingt wird; sie zeigen ausserdem feine Streifen, die durch sehr dünne und lose, der Länge nach verlaufende Fasern hervorgebracht werden. In den durch die Vereinigung mehrerer Gefässe

gebildeten Räumen nimmt man wolkige Anhäufungen einer geronnenen Flüssigkeit wahr. Man kann also annehmen, dass dieses oberflächliche Tegumentnetz aus von feinen Nervenfasern begleiteten Gefässen gebildet werde. In den von diesen Gefässen umschriebenen Maschen befinden sich Pigmenthaufen (*b*, Fig. 270), die von feinen Körnchen in grösserer oder geringerer Menge gebildet werden. Man weiss, dass *Antedon*, was die Färbung anbetrifft, bedeutend wechselt; man findet Individuen von gleichförmiger, schmutzig weisser, gelber, rosenrother, carminrother bis dunkelbrauner und mattschwarzer Farbe; andere Individuen weisen Flecken von verschiedenen Farben oder auf den Armen und den Fiederchen abwechselnde Farbenringe auf. Alle diese Farbstoffe werden durch Alkohol ausgezogen und hinterlassen nur körnige Anhäufungen. Es schien uns, als ob die in Roscoff gesammelten Exemplare bedeutend farbenreicher waren als diejenigen des Mittelmeeres, welche im Allgemeinen einförmigere Färbungen aufweisen. Der Farbstoff beschränkt sich, um es gleich zu bemerken, nicht nur auf die Tegumente, er findet sich auch im Gekröse vor und wir haben bei einem in Marseille gefangenen, vollkommen weissen Männchen das Mesenterium vollständig von schwarzem Pigmente eingenommen gefunden.

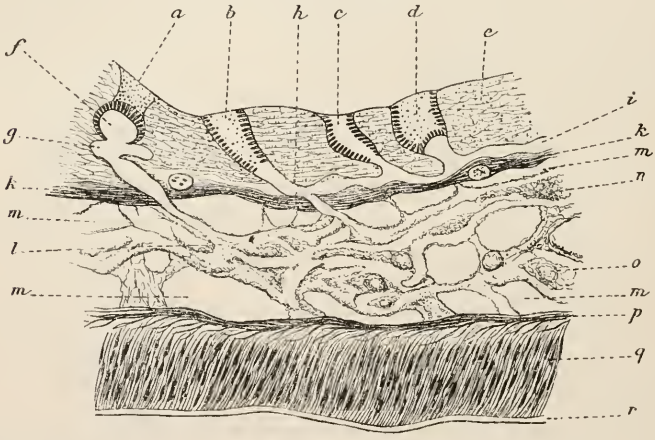
Das Tegument verändert sich bedeutend in der Umgebung des Mundes und des Afters, sowie in den Tentakelfurchen, welche von dem Munde als Mittelpunkt ausstrahlen, um sich auf die Bauchflächen der Arme und der Fiederchen zu begeben. Es besitzt ausserdem auf der Mundscheibe besondere Oeffnungen, die Kelchporen, welche sich noch etwas über die äusseren Ränder des Kelches und über die Wurzeln der Arme erstrecken. Wir werden in erster Linie von diesen röhrenförmigen Trichtern sprechen.

Die äusseren, vollkommen kreisrunden Oeffnungen dieser Röhren nehmen vorzüglich bogenförmige Zonen (g^1, Fig. 263; n^1, Fig. 265; *t*, Fig. 266) in den Ecken zwischen den zum Munde führenden Tentakelfurchen ein. Von da an setzen sich die Porenlinien längs der Furchen auf die Wurzeln der Arme und sogar auf die ersten Fiederchen fort. Es finden sich solche auch über die ganze Scheibe und sogar über die zurückgebogenen Flächen der Ränder bis auf die Aussenwände des Kelches vor. Die in der Mitte des intratentaculären Raumes liegenden Röhren gehen rechtwinkelig durch die Tegumente hindurch; die übrigen schlagen eine immer mehr schief geneigte Richtung ein, je näher man den Armen kommt.

Die Mündungen der Röhren werden von einem hohen Epithelium mit cylindrischen Zellen überzogen, die grosse längliche Kerne besitzen, welche sich stark färben und sich so leicht auf Schnitten unterscheiden lassen (Fig. 271). Sie führen in einen kurzen röhrenartigen Canal, der sich hierauf gewöhnlich ampullenförmig erweitert.

In dieser Ampulle (*f*) wird das Epithelium, welches sich auf der Eingangsröhre fortgesetzt hat, noch höher und die Zellen tragen während des Lebens sehr lebhaft bewegte Wimperhaare, die eine Strömung von aussen nach innen erzeugen. Das cylindrische Wimperepithel endet plötzlich im Grunde der Ampulle (*f*). Vom Grunde der Ampulle geht ein gewundener, an seinem Ursprunge oft sackförmig erweiterter Canal (*g*) aus, der von sehr dünnen faserigen Wänden, die mit einem dünnen Pflasterepithel überzogen sind, begrenzt wird. Diese Canäle vereinigen sich meistens zu Gefässen, welche ein zwischen der inneren Faserschicht (*k*) und der äusseren Masse (*e*) der Tegumente liegendes Netz bilden, und man sieht oft auf Schnitten drei oder vier dieser Canäle sich in ein solches Sammelgefäss (*i*, Fig. 271) öffnen. In anderen

Fig. 271.



Theil eines Verticalschnittes durch die Tegumente, das Mesenterium und die Darmwand. Verick, Oc. 1, Obj. 6. *Cam. lucid.* *a*, *b*, *c*, *d*, vier Wimpertrichter, in etwas verschiedenen Richtungen angeschnitten; *e*, Tegument; *f*, Ampulle des Trichters *a*; *g*, Sack desselben; *h*, Verbindungscanal mit dem Gefässe *i* der Haut; *k*, Faserschicht des Tegumentes; *l*, Mesenterialgefässe in Verbindung mit den Canälen der Röhren; *m*, von der Peritonealhöhle abhängige Räume und Lücken; *n*, Faser- und Zellengewebe des Mesenteriums; *o*, durchschnittene Gefässe; *p*, Faserschicht des Darmcanales; *q*, Darmepithel; *r*, Cuticula dieses Epitheliums.

Fällen (*a*) durchsetzt der Canal unmittelbar das Tegument, um sich in ein Gefäss des Mesenteriums fortzusetzen. Die Sammelgefässe des Tegumentes, in welche oft die Wimperröhren münden, schicken ebenfalls (*h*, Fig. 271) Verbindungsäste zu dem Gefässnetz des Gekröses.

Wir haben mit der grössten Sorgfalt diese Verbindungen, auf welche Perrier besonderes Gewicht legt, untersucht und wir haben sie überall, sowohl auf der Scheibe (Fig. 271) als auch auf den

Mundfiederchen (Fig. 282) und auf den Armen (Fig. 281) gefunden. Niemals haben wir mit Sicherheit die directe Verbindung der Canäle mit der Peritonealhöhle, wie dies Ludwig behauptet, nachweisen können. Auf den Präparaten von Perrier, welche sich auf die Pentacrinus ähnlichen Stadien und sehr junge Comatulen beziehen, haben wir die Beziehungen zwischen den Wimpertrichtern und den Hydrophorröhren wahrnehmen können. Diese Beziehungen sind anfänglich, wo nur der Sack existirt, fast unmittelbare und werden hierauf durch die Einschiebung der Gefässe oder vielmehr durch das Ausziehen der Säcke zu mit den Gefässen communicirenden Canälen verwickelter.

Die Tentakelfurchen. — Wenn man die Scheibe der *Comatula* von der Bauchfläche aus betrachtet (Fig. 263), so sieht man fünf ziemlich tief eingelassene Furchen von der Mundöffnung abgehen, die strahlenförmig nach der Peripherie hin verlaufen. In einiger Entfernung von dem Munde angelangt, theilen sie sich gablig, um zu den zehn Armen zu gehen, auf deren Bauchflächen sie sich bis zu dem distalen Ende hin fortsetzen. Auf dieser Strecke lösen sich Nebenfurchen ab, um in gleicher Weise den abwechselnd auf die Arme gestellten Fiederchen zu folgen. Der Verlauf aller dieser Furchen wird meist durch Reihen gelber Körper, welche auf beiden Seiten der Furche, oft in sehr regelmässiger Weise, liegen, noch deutlicher angezeigt.

Man kann sich die Furchen als von einem vertieften Streifen gebildet denken, dessen Ränder sich mit zierlich ausgeschnittenen Fransen erheben. Diese Fransen erheben sich abwechselnd zu sehr contractilen, in ihrer gewöhnlichen Lage gegen die Mittellinie der Furche gekrümmten Fortsätzen, die so angelegt sind, dass sie, wenn sie sich zusammenziehen, die Furche vollständig bedecken, eine feine Zickzacklinie ausgenommen, welche die Umrisse dieser Fortsätze zeigt, die man allgemein Tentakeln genannt hat. Diese Organe sind immer zu dreien auf einer gemeinsamen Unterlage gruppirt und der gegen das distale Ende gestellte Tentakel ist gewöhnlich der grösste, während der proximale der kleinste ist. Die Zusammenziehbarkeit dieser Organe verwischt indessen ziemlich häufig diese Unterschiede. Am lebenden Thiere krümmen und winden sie sich oft in bizarrer Weise; wenn man mit der Spitze einer feinen Nadel den Boden der Furche reizt oder das Thier in ein Reagens, z. B. in Aetzsublimat, taucht, legen sich die Fangarme mit einer ruckweisen Bewegung auf die Furche, welche sie so vereint mit den zwischen ihren Unterlagen verlaufenden Fransen bedecken.

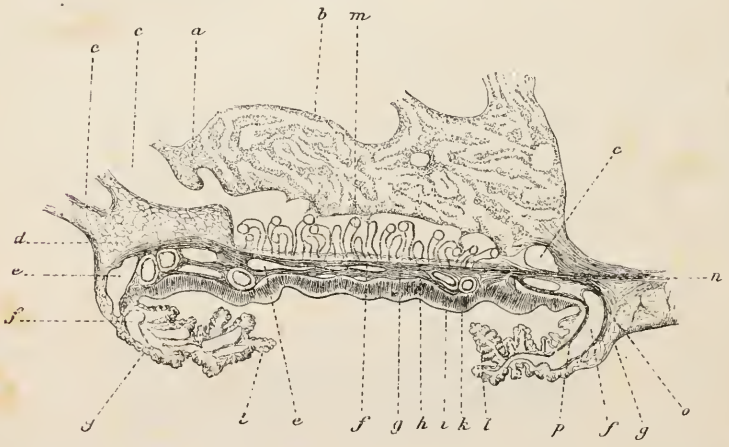
Auf jedem Tentakel stehen in ziemlich beträchtlicher Anzahl cylindrische Organe, welche ohne Zweifel contractile Tastorgane sind und Papillen genannt werden. Diese Papillen ziehen sich unter Anwen-

dung von Reagentien oft in solchem Maasse zusammen, dass sie den feinen, wenig vorstehenden Auszähnungen eines Blattes gleichen.

Die Tentakeln mit ihren Papillen werden allmählich kürzer, indem sie sich mit der Furche der Umgebung des Mundes nähern, wo sie in die fransenartigen Ausschnitte übergehen, welche immer mehr sich ausgleichend, schliesslich ohne Unterbrechung in das Epithelium der Mundhöhle übergehen, von dem wir weiter unten sprechen werden. Sie werden in gleicher Weise auch auf den distalen Enden der Arme und der Fiederchen kleiner, um schliesslich mit dem Epithelialstreifen selbst vollständig zu verschwinden.

Um den Bau der Tegumente in den Tentakelfurchen zu untersuchen, wählt man am besten Verticalschnitte, die in einiger Entfernung vom

Fig. 272.



Verticalschnitt einer Tentakelfurche am Munde. Zeiss, Oc. 1, Obj. E. *Cam. lucid.* *a*, schwammiges Gewebe; *b*, Gefässe desselben; *c*, von der Körper- oder Peritonealhöhle abhängige Lücken; *d*, Tegumente; *e*, horizontale Wassergefässhöhlen; *f*, ihre Fortsetzungen in die Tentakel; *g*, Tegument der Tentakel; *h*, Zwischenschicht; *i*, Zellenschicht; *k*, Cuticula des Zellenstreifens der Furche; *l*, Endigung der Tentakel mit Papillen; *m*, Hydrophorröhren; *n*, Faserschicht der Tegumente; *o*, äussere Faserwand; *p*, innere Wand der Tentakelhöhle; *q*, Faserschicht des Zellenstreifens.

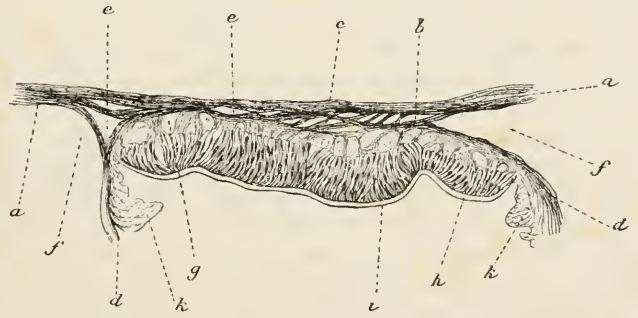
Munde durch die Furche der Scheibe vor ihrer Gabelung gelegt sind, wie wir solche abgebildet haben (Fig. 272 und 273).

Die Decke der Tentakelfurche wird von einem dicken Polster gebildet, das aus länglichen, cylindrischen, dicht gedrängten Zellen (*i*, Fig. 272) besteht, welche jenseits einer auf den Schnitten gut sichtbaren Cuticula (*k*, Fig. 272) Wimperhaare tragen, die eine vom distalen Ende der Arme und der Fiederchen gegen den Mund gerichtete fortwährende Strömung hervorbringen. Man sieht diese Wimperhaare

am lebenden Thiere sehr deutlich; es ist uns nicht gelungen, sie auf den mit Aetzsublimat oder mit Osmiumsäure behandelten Schnitten zu erhalten. Diese Zellen, von denen jede einen länglichen Kern hat, der sich sehr lebhaft färbt, bieten ihre grösste Verlängerung in der Mitte des Schnittes dar; auf den Rändern der Furche, wo sich die Fransen und die Tentakeln erheben, werden die Zellen weniger hoch und endigen plötzlich an der Wurzel der Tentakeln. Man beobachtet keinen stufenweisen Uebergang in das Epithelium dieser letzteren.

Wenn man sehr feine Schnitte (Fig. 273) untersucht, so sieht man leicht, dass diese Zellen sich in gegen die Tiefe des Tegumentes convergirende Gruppen zusammenstellen, dass ihre proximalen Enden spitzer werden, indem sie sich einander nähern und dass schliesslich jede Gruppe mit einem mehr oder weniger feinen Bündel zarter Fasern in Verbindung steht, welche von einer fortlaufenden Schicht sehr deutlicher Fasern abstammen und sich sehr intensiv

Fig. 273.



Verticalschnitt einer Tentakelfurche in der Nähe ihrer Zweitheilung. Zeiss, Oc. 1, Immersion I. *Cam. lucid.* *a*, Faserschicht des Tegumentes, bei *b* Verzweigungen unter die Epithelzellen, bei *d* zu den Tentakeln aussendend; *c*, Peritonealepithelium; *e*, Höhlungen des Wassergefässsystemes, sich bei *f* in die Tentakel fortsetzend; *g*, körnige Schicht, scheinbar durchschnittene Gefässe vorstellend; *h*, Epithelium der Tentakelfurche; *i*, Cuticula; *k*, Tegumente der Tentakel.

färben. Die Faserbündel, welche sich zu den Wurzeln der Zellengruppen begeben, scheinen im ersten Augenblick durch Lücken getrennt zu sein, aber wenn man mit Immersionslinsen (*g*, Fig. 273) untersucht, so erkennt man, dass diese Lücken mit einem beinahe homogenen und mit ausserordentlich feinen Granulationen durchsäeten Bindegewebe ausgefüllt sind. Dieses Gewebe bildet also eine fortlaufende Schicht, welche von den beschriebenen Wurzelfasern der Gruppen, wahrscheinlich Nervenfasern, durchzogen wird; es breitet sich auf der Oberfläche einer continuirlichen Schicht aus, aus der die Wurzelfasern entstehen. Bisweilen sieht man darin Lücken, welche

für Durchschnitte eines Nervengefäss genannten Gefässes gehalten worden sind, dessen Existenz wir aber nachdrücklich bestreiten.

Diese letzte Faserschicht, welche offenbar einen verwickelten Bau besitzt und die wir Tentakelfaserschicht nennen werden, ist nur eine Abspaltung der allgemeinen inneren Faserschicht der Haut, mit welcher Schicht sie durch zahlreiche Brücken in Verbindung steht, welche ein Lückensystem, das sogenannte Wassergefässsystem, durchsetzen. Wenn man sehr oberflächliche Horizontalschnitte anlegt, welche den Ringcanal des Wassergefässsystemes, ohne ihn zu öffnen, streifen, so sieht man, dass Bündel dieser Hautschicht über das Canallumen wie Brücken hinziehen. Die Lücken des Wassergefässsystemes setzen sich in Höhlungen fort, die in die Mitte der Fangarme und der Papillen eingegraben sind und die alle unter einander in Verbindung stehen (Fig. 272). Je nach dem Füllungszustande dieses Lückensystemes und nach der Anzahl der die beiden Faserschichten, die Haut- und die Tentakelschicht, vereinigenden Bänder bieten die Lücken ein sehr verschiedenes Aussehen dar. Bald sieht man auf den Schnitten eine einzige Höhlung, welche sich über die ganze Fläche der Tentakelfurche ausbreitet und sich unmittelbar auf beiden Seiten in die Tentakeln fortsetzt, bald ist die Höhlung in Folge der zahlreichen Bänder, welche sie durchziehen und sie in eine Menge kleiner knopflochartiger Lücken (*e*, Fig. 273) auflösen, kaum erkennbar. Es schien uns, dass auf unseren Schnitten die in den Mittelpunkt der Tentakeln gegrabenen Höhlungen sehr ausgedehnt wären, wenn die Höhlungen der Furche auf ein Minimum reducirt waren und umgekehrt; wenn diese Beobachtungen sich bestätigen, so ginge daraus hervor, dass die in diesen Höhlungen enthaltene Flüssigkeit abwechselnd in den Tentakeln angehäuft würde und dass die den Mittelstreifen der Furche einnehmenden Räume ihrer Verrichtung nach den Tentakeln gegenüber die Rolle der bei den übrigen Echinodermen entwickelten Ampullen und Poli'schen Blasen spielen würden.

Wie dem auch sei, die Höhlungen erhalten sich in der beschriebenen Weise in der ganzen Länge der Tentakelfurchen, ausgenommen in der Nähe des Mundes, wo sich besondere Gebilde darbieten. Sie sind überall vollständig geschlossen, und werden von den zwei Faserschichten eingehüllt, welche sich auf den äusseren Rändern der Tentakelrinnen in der Weise vereinigen, dass auf Verticalschnitten die Tentakelfaserschicht den inneren Rand, die Hautschicht den äusseren Rand der umschriebenen Höhlung zu bilden scheinen und dass in den Ecken, wo sich die Fangarme erheben, die beiden Schichten mit einander verschmelzen, um nur eine einzige zu bilden.

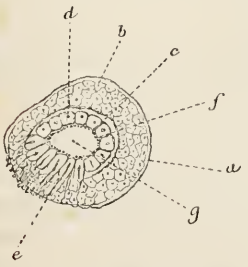
Die Hautschicht begrenzt unmittelbar die Visceralhöhle und steht mittelst zahlreicher Bänder mit dem Gekröse und mit dem um den Mund herum entwickelten schwammigen Gewebe in Verbindung.

Im Grossen und Ganzen müssen wir das System der Wassergefässhöhlen als ein Zubehör des Tegumentalapparates betrachten; die Höhlen selbst werden schliesslich durch das Auseinandertreten zweier Plättchen der inneren Hautschicht gebildet, welche sich nur im Bereiche des Tentakelapparates trennen, aber in dem ganzen übrigen Tegumente mit einander vereinigt bleiben. Dieses Lückensystem endet in einer kleinen Entfernung vom Munde mit einem Kreiscanale da, wo die Tentakelfurchen zusammenfliessen und strahlt von dort aus auf die Decken der anfangs verschmolzenen Furchen, die sich längs der Arme in zehn Aeste theilen. Es setzt sich dann in den Fiederchen fort und erhebt sich auf den Furchenrändern in die Tentakeln und ihre Nebenorgane.

Wir haben noch einen Blick auf die Structur der Wände dieser Höhlungen, der Tentakeln und der Papillen, zu werfen.

Die Höhlen sind mit einer einfachen Schicht sehr platter Epithelialzellen, die sich leicht ablösen, ausgekleidet. Auf den Schnitten sieht man von denselben nur hier und da einige noch anhängende Fetzen und man muss, um sie zu sehen, Immersionslinsen anwenden. Aus diesem Grunde haben wir sie auf unseren Zeichnungen ausgelassen. Die gefärbten Kerne dieses Epitheliums verleihen bei schwachen Vergrösserungen ein gekörntes Aussehen.

Fig. 274.



Querschnitt eines Tentakels. Zeiss, Oc. 1, Immersion I. *Cam. lucid.* *a*, äusseres Epithelium; *b*, Substanz; *c*, Lückenraum; *d*, Schicht von Fasern mit Scheiden, quer durchschnitten; *e*, dieselbe schief geschnitten; *f*, inneres Epithelium; *g*, Wassergefässhöhle.

Darauf folgt die Faserschicht, welche die Höhlungen auf ihrem ganzen Umfange umgiebt und die auf der Innenwand der Tentakelhöhlen stärker ist, obwohl sie auch auf der Aussenwand sehr deutlich ausgeprägt ist. Mit mittleren Vergrösserungen (*o*, *p*, Fig. 272) beobachtet, bietet sie sich auf Längsschnitten der Tentakeln als zwei stark hervorstechende Faserbündel dar, welche etwas über einander greifen, wenn sie auch im Allgemeinen eine der Wand parallele Richtung verfolgen. Man hat, durch dieses äusserliche Aussehen verleitet, dies für wirkliche, längs der Tentakeln aufsteigende Nerven gehalten. Auf Querschnitten ist das Aussehen ungefähr das nämliche; wenn man aber feine Schnitte mit Immersionslinsen (Fig. 274) untersucht, so befindet man sich einem ziemlich verwickelten Baue gegenüber. Beim ersten Blick glaubt man ein Epithelium zu sehen, dessen etwas höhere als breitere Zellen kreisförmig gestellt wären und jede ein oder zwei Kerne hätte, welche sich stark färben und auf diese Weise von den blasseren Zellen abstechen. Es

ist dies ein trügerisches Aussehen; die wahre Structur enthüllt sich an Stellen, wo der Schnitt ein wenig schief durchging (*e*, Fig. 274), was beinahe immer eintritt, da die Tentakeln bogenförmig gekrümmt sind. Man kann sich alsdann überzeugen, dass das, was man für Zellen hielt, in Wirklichkeit Schnitte homogener Cylinder waren, die in ihrem Inneren eine, zwei und bisweilen sogar drei dünne, etwas knotige Fasern enthalten, welche in der gleichen Richtung wie der Cylinder, welcher sie einschliesst, hinlaufen. Je nach der Richtung der Querschnitte bieten sich diese Fasern, wenn sie stark gefärbt sind, als runde, eiförmige oder längliche Kerne dar. Wenn man die Untersuchung an feinen Längsschnitten mit sehr starken Vergrösserungen wieder aufnimmt, so sieht man die gleiche Structur, blasse, längliche Cylinder, welche gefärbte, knotige, feine Fasern einschliessen.

Das Gerüst der Tentakeln um die Centralhöhlen herum wird also von diesen Fasercylindern gebildet, welche auch die innere Hautschicht zusammensetzen und welche hier auf Canäle oder Nervenfasern enthaltende Gefässe reducirt zu sein scheinen.

Dieses Gerüst wird von der Tegumentsubstanz (*b*) des Tentakels umhüllt, die je nach den Stellen von rundlichen oder etwas länglichen, körnigen und kleine rundliche Kerne einschliessenden Zellen gebildet wird. Eine sehr feine Cuticula (*a*) überzieht das Ganze.

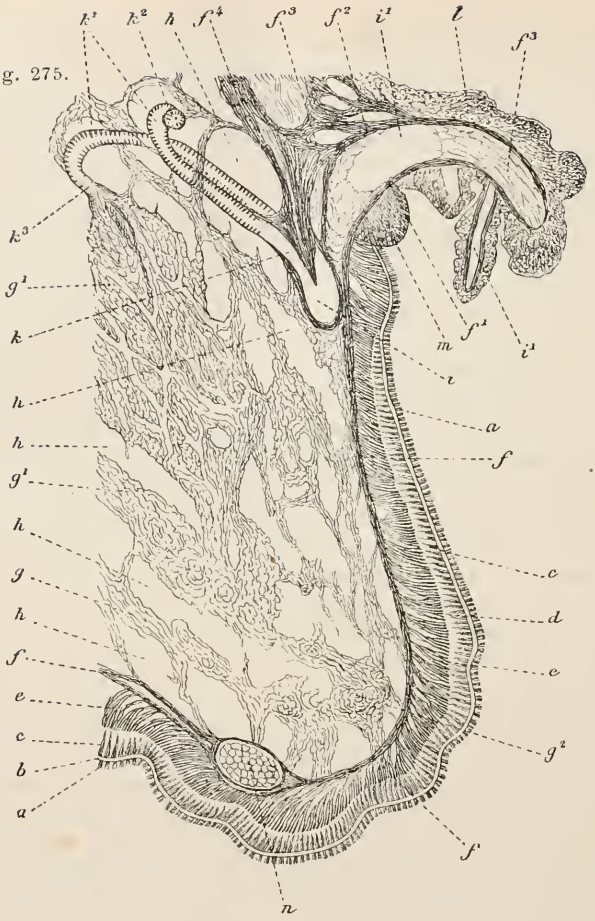
Die unregelmässig auf den Armen gelegenen Papillen sind in ihrer grössten Ausdehnung cylindrische, im zusammengezogenen Zustande warzenförmige Körper und müssen nach den Beobachtungen von Perrier und Jickeli entschieden als Sinnesorgane betrachtet werden. Ihre Endkuppel ist etwas knopfartig aufgetrieben und trägt auf ihrem Umfange drei oder vier feine und straffe Borsten, welche nach Jickeli mit länglichen Zellen in Verbindung stehen, deren Kerne an der Basis der Papille liegen, während ihr Protoplasma längs der Papille bis in diese steifen Borsten sich fortsetzt. Wir haben diese Structur auf den Präparaten von Herrn Perrier, welcher seinerseits zu den gleichen Ergebnissen wie Herr Jickeli gelangt war, sehr deutlich wahrgenommen. In der Mitte der Kuppel steht nach Jickeli ein Geisselhaar, das sich langsam hin und her bewegt und nur an lebenden, gut gehaltenen Thieren mittelst starker Vergrösserungen und bei einer guten Beleuchtung sichtbar ist. Diese Geissel setzt sich nach innen in eine starke, glänzende, in der Axe der Papille gelegene, schon von Perrier beobachtete Faser fort. Es schien uns, als kämen ausser diesen von dem einen oder anderen der erwähnten Forscher beschriebenen Gebilden noch ausserordentlich feine Kalknädelchen in den Wänden der Papillen vor. Grössere Nädelchen finden sich in ziemlich grosser Menge in den Tegumentmassen der Tentakeln vor.

Zu dem Wassergefässsysteme zurückkehrend, ersehen wir aus oberflächlich geführten Horizontalschnitten der Scheibe, dass dieses System einen vollständigen, aber um den Mund herum von zahlreichen Bändern durchzogenen Ring bildet und dass von dieser Ringlücke aus die Wassergefässcanäle der Tentakelfurchen abgehen. Etwas tiefere Schnitte (Fig. 266) legen röhrenförmige Verbindungsorgane zwischen dem Wassergefäss- und dem Blutgefässsysteme frei; diese Organe werden wir mit Herrn Perrier die Hydrophorröhren nennen. Diese Hydrophorröhrchen lassen sich ebenfalls sehr schön auf Verticalschnitten (*m*, Fig. 272; *q*, Fig. 267) und je nach der Lage des Schnittes entweder in der Mitte oder in den Ecken des Schnittes wahrnehmen.

Diese Röhren sind nach Ludwig in sehr grosser Anzahl, im Ganzen hundertundfünfzig oder noch mehr, auf dem äusseren Rande des Ringcanales in der Weise gelegen, dass an den Stellen, wo der Canal sich krümmt, um sich in die Tentakeln zu begeben, ihre Mündungen sich gerade auf die Ecke selbst der Erhebung (Fig. 275 a. f. S.), gestellt finden. Sie durchsetzen die innere Hautfaserschicht, deren Bündel aus einander treten, um sie durchgehen zu lassen. Diese Schicht nimmt auf Horizontalschnitten, welche sie gerade an einer günstigen Stelle schneiden, das Aussehen eines Siebes an. Die Röhren ziehen etwas schief hindurch und werden auf diesem Theile ihres Verlaufes nur von einer dünnen Membran mit einem sehr feinen Epithelium (*k*, Fig. 275) gebildet. Gegen die innere Oberfläche der Hautschicht angekommen, tauchen sie in ein System unregelmässiger, mit der Peritonealhöhle in Verbindung stehender Lücken, welche hier dem Wassergefässringe entsprechend einen ringförmigen Hohlraum bilden. Die Röhren selbst sind lang, cylindrisch, immer in verschiedener Weise gekrümmt. Auf der ganzen Länge ihres Verlaufes innerhalb der Lücken des schwammigen Gewebes ist ihre Wand innerlich mit einem Epithelium von hohen Zellen überzogen. Diese Zellen besitzen längliche Kerne, sind kreisförmig gestellt und lassen im Mittelpunkte ein mehr oder weniger geräumiges Lumen, in welchem nach Greeff Wimperhaare spielen. Gegen das Ende der Röhre verengert sich das innere Lumen beträchtlich, so dass die Mündung einen sehr geringen Durchmesser darbietet. Es braucht schon ziemlich bedeutende Vergrösserungen, um diese Mündung als einen kleinen Kreis wahrzunehmen, während auf Schnitten, die in der Mitte der Röhre vorgenommen wurden, das Lumen ziemlich bedeutend ist.

Ueber die innere oder obere Endigung dieser Hydrophorcanäle ist ziemlich viel gestritten worden. Das Flimmerepithel, welches übrigens mit denjenigen der Wimpertrichter identisch ist, hört immer plötzlich auf und da dieser Theil gewöhnlich hakenförmig (k^2, Fig. 275) gekrümmt

Fig. 275.



Verticalschnitt durch einen Tentakel und durch die Mundlippe, welche sich in die Mundhöhle einbiegt. Verick, Oc. 1, Obj. 4. *Cam. lucid.* *a*, Wimperhaare; *b*, Cuticula; *c*, Zellen der Epithelschicht der Mundfurche, in Abblätterung begriffen; *d*, innere Cuticula in Neubildung (?); *e*, Zellen der neuen Schicht; *f*, Faserschicht des Tegumentes, bei f^1 die innere Hülle, bei f^2 die äussere Hülle der Tentakelhöhle liefernd; f^3, Faserschicht, nur angeschnitten und noch den Tentakelcanal bedeckend; f^4, Fortsetzung der Faserschicht in das Tegument der Scheibe; *g*, schwammiges Gewebe mit sehr dicht gedrängten Gefässen; g^1, mit sehr deutlich sichtbaren netzartigen Gefässen; g^2, mit Gefässen, Muskel- und Nervenfasern, die dicht gedrängt einen Ring um den Mund herum bilden; *h*, von der Peritonealhöhle abhängende Lücken; *i*, Durchschnitt des Wassergefässringes; i^1, Fortsetzung des Wassergefässringes in den Tentakel; *k*, häutiger Theil des Hydrophorcanales; k^1, Theil mit dickem Epithelium; k^2, zurückgebogenes und abgeschnittenes oberes Ende eines Hydrophorcanales; k^3, directe Fortsetzung eines anderen Hydrophorcanales in die Gefässe des schwammigen Gewebes; *l*, Tegumente des Tentakels; *m*, dieselben, mit strahliger Anordnung *n*, schmarotzende Zooxanthelle.

ist, so wird er fast immer durchschnitten, wie auch die Richtung der Schnitte sein möge. Bei sorgfältiger Untersuchung findet man aber auch Hydrophorcanäle, sowie wir einen solchen gezeichnet haben (k^2, Fig. 275), welche sich offenbar in die verzweigten Gefässe des schwammigen Gewebes verlängern und schliesslich gelangt man zu der Ueberzeugung, dass diese Endigung die Regel ist und immer beobachtet wird, sobald die Röhren nicht durchschnitten sind oder ihre Fortsetzung nicht durch ein allzu rasches Einschrumpfen des schwammigen Gewebes, welches unter dem Einflusse der Reagentien sehr oft eintritt, abgerissen wurde.

Die Untersuchung der Entstehung und Entwickelung des Wassergefässsystemes bestätigt diese Ergebnisse. Man weiss durch die Untersuchungen von Perrier, welche wir in allen ihren Einzelheiten an seinen Präparaten prüfen konnten, dass in der ganz jungen Larve zuerst nur ein einziger Hydrophorcanal existirt, der das ganze Wassergefässsystem vorstellt und eine einzige äussere Oeffnung, einen primitiven Wimpertrichter, einen Sack mit einer Hydrophorröhre als Fortsetzung und einen Endtheil, das innere Wassergefässsystem, besitzt. Die Wimpertrichter und die Hydrophorröhren vermehren sich beträchtlich; der innere Theil bildet, indem er sich ausbreitet, den Wassergefässring, welcher seine Fortsetzungen in die Arme, die Fiederchen und die Tentakeln treibt, während sich an die Zwischentheile, an die sich ausziehenden Primitivsäcke, vom Dorsalorgan herkommende Gefässsprossen anlegen, die schliesslich in die Canäle einmünden und bei dem erwachsenen Thiere ein Zwischennetz bilden, an welchem sich das Gekröse, das schwammige Gewebe und das Dorsalorgan mit seinen Nebengebilden betheiligen. Wir haben also bei der erwachsenen *Comatula* eine Menge von Oeffnungen, die Wimpertrichter, welche das Meerwasser der nächsten Umgebung in das Blutgefässsystem einführen; nachdem die Flüssigkeit überall da, wo das Gefässsystem ausgebildet ist, circulirt hat, wird sie durch die Hydrophorröhren aufgenommen, um in das Wassergefässsystem befördert zu werden. So wird zwischen dem umliegenden Meerwasser und dem inneren Wassergefässsysteme eine Verbindung hergestellt, welche hingegen nicht, wie Ludwig, H. Carpenter u. a. behauptet haben, so zu sagen direct durch die Vermittelung der allgemeinen Körper- oder Peritonealhöhle allein hergestellt wird. Ganz im Widerspruche damit geschieht die Verbindung vermittelst des Gefässsystemes, das vom gekammerten und vom Dorsalorgane, vom Mesenterium und vom schwammigen Gewebe abhängt. Da dieses Gefässsystem mit der Peritonealhöhle in offener Verbindung steht, so erhält diese letztere von jenem die Flüssigkeit, welche sie erfüllt.

Verdauungscanal (Fig. 265 bis 268). — Wir haben bereits erwähnt, dass der Mund (a, Fig. 263; p, Fig. 268) an der Stelle, wo

die fünf Tentakelfurchen zusammentreffen, aber nicht ganz im Mittelpunkte der Scheibe, liegt. Die vordere Furche ist in der That vor ihrer gabligen Zweitheilung etwas kürzer als die übrigen, besonders als die beiden hinteren Furchen, welche die Afterröhre umfassen. Die Vereinigung der fünf Furchen stellt ein Fünfeck dar, innerhalb welchem man die kreisrunde Wand des Mundes wahrnimmt. In den gewöhnlichen Fällen ist die Mundöffnung mit der Lippe, welche sie umgiebt, ein wenig vertieft, so dass die Umrisse des Furchenfünfeckes einen kleinen Vorsprung darbieten; aber wir haben auch den Mund nach aussen gestossen, auf der Spitze einer kleinen von den zurückgestülpten Wänden der Speiseröhre gebildeten Warze gesehen.

Wenn man die *Comatula* in ihre normale anatomische Lage bringt, die Scheibe nach unten, die Kuppel mit den Cirrhen nach oben, so kann man den allgemeinen Verlauf des Darmcanales, wie folgt, beschreiben.

Die weite Speiseröhre (*p*, Fig. 268), die durch ein sehr hohes Epithelium ausgezeichnet ist, hat die Gestalt eines Trichters, welcher in die allgemeine Körperhöhle hinaufsteigt, indem er sich schief nach oben und hinten gegen den analen Zwischenstrahlenraum wendet. Der Trichter öffnet sich in einen weiten Magensack (*h*, Fig. 265 und 267), welcher die Drehbewegung fortsetzt und einen kleinen Blindsack (i^3, Fig. 265) aussendet, der sich nach unten in den Raum zwischen der Afterröhre und dem Munde einschiebt. Indem dieser zuerst sehr weite Magensack die allgemeine Körperhöhle umzieht, verengert er sich (k^1, Fig. 265) bedeutend und öffnet sich in einen geräumigen Darm (*i*), der fast die ganze Kelchperipherie umzieht und an seinem Beginne von seiner Innenwand aus zahlreiche kleine, der Axe der Körperhöhle zugewendete Blinddärme ausschickt (i^1, Fig. 265 und 267). Nachdem so der Darm den Körper umzogen hat, verengert er sich von Neuem und der Mastdarm (*r*, Fig. 267, 268) biegt sich um, um gegen die Scheibe hinabzusteigen, wo er in dem, dem vorderen Arme entgegengesetzten Zwischententakelraume mit einer geräumigen birnförmigen Röhre endet, welche dicke, mit Längswülsten versehene Wände besitzt, und die Afterröhre genannt wird (*b*, Fig. 263; r^2, Fig. 268). Diese letztere ist beim lebenden Thiere in beständiger Bewegung; sie verlängert und verkürzt sich und zieht sich sogar vollständig in den ziemlich weiten Mastdarm zurück; sie bläht sich auf und schliesst sich abwechselnd, indem sie Wasser ausstösst. Die in nicht gelüftetem Wasser gehaltenen Thiere verlängern die Afterröhre übermässig und sterben in diesem Zustande. Zweifelsohne finden in der Afterröhre und im Mastdarme beständige Wasserströmungen statt, die durch diese abwechselnden Bewegungen verursacht werden; man hat daraus auf eine Afterathmung geschlossen. Wenn die Afterröhre sich zurückzieht, flacht sie sich im Inneren ihrer Hautscheide ab und schliesst

sogar ihr Lumen vollständig, so dass sie auf Durchschnitten wie ein Halbmond aussieht (*r*, Fig. 266).

Nirgends legen sich die Darmwände unmittelbar an die Körperwände an, noch berühren sie sich in ihren Windungen. Der Darm hängt von seinem Beginne bis zu seinem Ende frei in der allgemeinen Körperhöhle, wird aber überall von Bändern und Maschen eines complicirten Gewebes gehalten, das wir ganz einfach das Mesenterium nennen wollen, da seine topographischen Beziehungen zu den Darm- und Körperwänden, sowie zu der Höhle, welche dieselben trennt, die nämlichen sind wie diejenigen des Mesenteriums der Wirbelthiere. Die Maschen dieses Gewebes dringen überall hin, in alle Räume, welche der Darm frei lässt; sie bilden um die Blinddarme herum netzartige Scheiden, um den Darm herum mehr oder weniger zusammenhängende Ausbreitungen. Besonders in der Axe des Kelches, um welche herum der Darm sich windet, ist dieses Mesenterialgewebe dicht gedrängt und setzt sich da unmittelbar gegen die Speiseröhrenwände bis zu der Umgebung des Mundes hin fort. Dieses um den Mund herumliegende Gewebe erscheint in oberflächlichen Horizontalschnitten um den Mund herum in Gestalt von concentrischen Kreisen; es bildet in Wirklichkeit einen Hohlkegel, dessen Basis sich am Munde, die Spitze in der Kelchkuppel sich befindet und dessen Wände von den Maschen, welche die Bildungselemente des Gewebes lassen, durchsetzt werden. Im Mittelpunkte dieses Kegels steigt von der Kuppel das Dorsalorgan hinab mit dem wir uns weiter unten beschäftigen werden. Wir können die allgemeine Anordnung des Mesenteriums nicht besser begreiflich machen, als dass wir es mit Filzwerken von mehr oder weniger dicht gedrängten Fasern vergleichen, welche wir um gewisse Früchte, z. B. um die Kokosnüsse herum, finden. Dieses Gewebe bildet wohl in seiner Gesammtheit eine Hülle, aber nicht einen zusammenhängenden Sack, wie dies gewisse Autoren wollen. Da der Centraltheil viel dichter und reichlicher mit Gefässen versehen ist als der Rest des perivisceralen Mesenteriums, so werden wir diesen Theil mit Perrier das schwammige Gewebe nennen (l^1, Fig. 267; *g*, Fig. 275).

In Folge dieser Organisation, sowie in Folge der Umwindungen des Darmes kann man in der allgemeinen Körperhöhle zwei Abschnitte unterscheiden: die mit dem schwammigen Gewebe erfüllte Axenhöhle, um welche sich der Darm rollt und welche in der Umgebung des Mundes endet und die peripherische Peritonealhöhle, deren Inhalt die inneren Körperwände bespült. Aber wir stimmen mit Ludwig nicht überein, wenn er will, dass die Axenhöhle auf ihrem ganzen Umkreise, ausgenommen gegen ihr dorsales Ende in der Kelchkuppel, geschlossen sei, woselbst sie und nur dort mit den Maschen der übrigen Theile der Körperhöhle in Verbindung stände; wir sehen im Gegentheil überall Verbindungen zwischen den Lücken und Maschen des Gewebes.

Wir sind auch mit einem zweiten Punkt, der den peripherischen Theil der Körperhöhle betrifft, nicht einverstanden. Ludwig betrachtet diesen Theil als durch einen concentrischen Sack, den er Visceralsack nennt, in zwei Theile getheilt. Der Visceralsack wäre zwischen der Körperwand einerseits und der Darmwand andererseits gelegen. Die peripherische Peritonealhöhle wäre so in zwei concentrische Theile, in eine Intervisceralhöhle, welche den Darm bespült, und in eine, die Körperwände badende Circumvisceralhöhle getheilt. Diese beiden Höhlen wären unter sich im Umkreise des Mundes und dazu noch mit der Axenhöhle in der Spitze der Kelchkuppel in Verbindung.

Wir gestehen, dass die zahlreichen sowohl verticalen als horizontalen Schnitte, welche wir aufgenommen haben, wie auch Präparate mit dem Secirmesser uns nicht haben bestimmen können, dieser Ansicht von Ludwig beizutreten, zu deren Stütze er übrigens nur eine schematische Zeichnung erwähnt. Wir sehen die peripherische Höhle von zahlreichen Gekrösbändern (*l*, Fig. 266 und 268) durchzogen, welche sich bald an die Körperwand, bald an diejenige des Darmes festsetzen und von einem Netzwerke von Canälen und Fasern mit zahlreichen Maschen ausgehen, das die Mitte der Höhle einnimmt und sich bald der einen, bald der anderen der beiden Wände, zwischen denen es liegt, nähert. Wir sehen den vermeintlichen Visceralsack aus einem Netzwerke von Fasern und Canälen zusammengesetzt, deren durchschnittene Lumen man oft wahrnimmt (*o*, Fig. 271) und die sich von einander entfernen und sich wieder einander nähern, um zwischen sich oft ziemlich geräumige Maschen zu lassen. Ob man dieses Netzwerk auf horizontalen, verticalen, tangentiellen oder der Axe mehr genäherten Schnitten untersucht, immer wird man für dasselbe das gleiche Aussehen finden, — ein schlagender Beweis, dass es sich hier nicht um einen, einem ununterbrochenen Peritoneum ähnlichen Sack handelt, sondern nur um die Concentrirung eines losen Filzes mit zahlreichen Maschen, dessen Bildungselemente sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen. In histologischer Beziehung scheint uns dieses Gewebe in keiner Weise von dem schwammigen Gewebe mit viel dichter gedrängten Maschen und zahlreicheren Gefässen, das die Axenhöhle erfüllt, verschieden zu sein und da dieses in gleicher Weise um die Blinddärme und den Munddarmcanal herum den Anschein von etwas abstehenden Einhüllungen erweckt, so müsste man, um mit der Ansicht von Ludwig consequent zu sein, auch die Axenhöhle verdoppeln und darin einen von einem übermässig gefalteten Sacke begrenzten Centraltheil und einen peripherischen, die Blindsäcke umgebenden Theil unterscheiden.

Die auf allen Flächen von einem sehr feinen Epithelium, welches sich auch auf den Bändern und den Netzgeweben der Fasern erhält, ausgekleidete Leibeshöhle setzt sich in die Arme fort. Wir werden

weiter unten auf diese Fortsetzung eintreten und kehren jetzt zum Darme zurück.

Die Darmwände sind überall nach dem gleichen, je nach den Oertlichkeiten ein wenig veränderten Plane gebaut. Man findet auf allen Schnitten aussen eine feine Epithelschicht mit ausserordentlich kleinen Kernen, welche nur die Fortsetzung des allgemeinen Epitheliums der Perivisceralhöhle ist und die gegen die Körperhöhle gewendete Oberfläche des Darmes auskleidet. Innerhalb dieser Schicht findet sich eine starke Faserschicht vor (*p*, Fig. 271; *f*, Fig. 275), die sich sehr lebhaft färbt und nur die directe Fortsetzung der inneren Schicht der Tegumente ist, deren sämmtliche Charaktere sie besitzt. Diese auf allen Umrissen des eigentlichen Darmes ziemlich deutliche Schicht verdünnt sich indessen auf den Blinddärmen in dem Maasse, dass wir sie auf vielen unserer Schnitte nicht mit Sicherheit nachweisen konnten. Sie löst sich bisweilen vom Epithelium unter dem Drucke des Rasirmessers ab und man sieht alsdann, dass feine Fasern sie mit der Epithelschicht verbinden.

Diese letztere (*g*, Fig. 271; *e*, Fig. 275) kann mit vollem Rechte als die unmittelbare Fortsetzung des Flimmerepithels der Tentakelfurchen betrachtet werden. Man sieht sie auf durch den Mund und eine Tentakelfurche (Fig. 275) gerichteten Schnitten sich ohne Unterbrechung von der Furche in die Mundhöhle fortsetzen und die gleiche Anordnung von länglichen Zellen aufweisen, die wie Palissaden gestellt sind und in gleicher Weise gestreckte Kerne besitzen, welche auf verschiedenen Höhen liegen. Die Zellen sind auf ihrer freien Seite mit Wimperhaaren versehen, die in der Mundhöhle sehr deutlich, in dem übrigen Darmcanale aber sehr fein sind. Diese Zellen sind auch wie diejenigen der Tentakelfurchen zu Bündeln gruppirt, welche durch ihre Basis mit von der Faserschicht herkommenden Fasern vereinigt sind. Die einzige Verschiedenheit, welche man anführen könnte, ist der Umstand, dass die Darmzellen zarter und dichter an einander gedrängt erscheinen. Sie sind in der Mundhöhle, im Magen und in den centralen Blinddärmen sehr hoch und zwar in dem Maasse, dass sie in diesen letzteren kaum ein mittleres Lumen lassen; sie verflachen sich dagegen in dem eigentlichen Darme, dessen Epithelschicht nur die Hälfte der Dicke des Magenepithels besitzt. Im Magen erhebt sich die Epithelschicht zu wirklichen Zotten, in deren Mittelpunkte man sehr schön die von der Faserschicht in die Zotten eintretenden Fasern wahrnimmt. In dem Afterdarme bildet die Epithelschicht in gleicher Weise dicke Längswülste, welche diesem Abschnitte auf Querschnitten das Aussehen eines Rades mit innerer Zähnelung verleihen. Aehnliche, aber eher kreisförmig angelegte Wülste lassen sich in der Mundhöhle wahrnehmen.

Wir haben an einigen Individuen eine eigenthümliche Structur

des Mundepitheliums beobachtet, welches eine Abblätterung oder Neubildung anzudeuten scheint. Man bemerkt in der That auf dem Verticalschnitte des Mundrandes, den wir auf Fig. 275 gezeichnet haben, zwei sehr deutlich geschiedene Epithelschichten. In der äusseren Schicht (*c*) zeigen die länglichen sehr körnigen Zellen die Gestalt schlanker Kegel, deren Grundfläche die Cuticula berührt, während die ausgezogene Spitze nach der inneren, in normaler Weise ausgebildeten Schicht (*e*) gewendet ist. Die in Büscheln, welche den isolirten Zellen der äusseren Schicht entsprechen, angeordneten Wimperhaare waren deutlicher als gewöhnlich und diese ganze Schicht wurde von einem Hof von bräunlicher Farbe (*d*) begrenzt, der von einem diffusen Pigmente gebildet wurde. Da diese ganze Structur nur an einigen in Schnitte getheilten Individuen sich wahrnehmen liess, während andere davon keine Spur zeigten, so glauben wir, dass dieselbe von einer vielleicht periodischen Abblätterung des Mundepithels herrührt, das sich von Zeit zu Zeit neu bildet.

Man findet oft im Darmcanale mit Skeletten von Radiolarien, Foraminiferen und Bacillarienpanzern u. s. w. vermischten Sand. Die Comatulen werden sich also von diesen Organismen ernähren, welche durch die Strömungen der Tentakelfurchen in den Mund mitgeführt werden. Wir haben niemals derartige Körper in den Blinddärmen gefunden; es ist also wahrscheinlich, dass die Verrichtung dieser letzteren vielmehr darin besteht, Verdauungssäfte zu liefern. Man kann aber kaum Verschiedenheiten in den Bildungselementen der Blinddärme wahrnehmen; die Erweiterungen und die verschiedene Erhebung der Epithelzellen ausgenommen ist der Bau des Darmcanales von dem Munde bis zum After ganz und gar der gleiche.

Das Nervensystem (Fig. 264, 267, 276). — Die Ansichten der Autoren bezüglich dieses Systemes weichen ausserordentlich von einander ab. Wir schliessen uns Carpenter, Semper, Perrier und Jickeli an, welche als Nervenorgane diejenigen Gebilde betrachten, welche Ludwig Fasermasse der Scheibe und Faserstränge der Arme nennt. Wir werden diese Organe das Centralnervensystem der Kuppel und die strahligen Nervenstränge der Arme und der Cirrhen nennen.

Der Centraltheil des Nervensystemes (*e*, Fig. 264; *g*, Fig. 276) ist in der That in der Spitze der Kuppel unter der Rosette gelegen, von der er durch eine dünne, im Mittelpunkt von zahlreichen Lücken durchbohrte Kalkdecke getrennt ist. Diese Lücken sind mit dem gekammerten Organe in Verbindung.

Wenn man das Nervencentrum auf Serien von Horizontalschnitten, die von der Kuppel ausgehen, untersucht, so sieht man es zuerst in Gestalt einer fünfeckigen Scheibe mit rundlichen Ecken, die in der Mitte von einer kleinen, ebenfalls fünfeckigen Rosette durchbrochen wird,

welche ihrerseits von häutigen, radial gestellten und in dem Mittelpunkte sich vereinigenden Scheidewänden durchzogen wird. Die Häutchen, welche diese centrale Rosette bilden, sind nichts anderes als Fortsetzungen der Hüllen des Dorsalorganes, auf das wir später zu sprechen kommen werden und die Rosette selbst stellt ohne Zweifel ein geschlossenes Rudiment der mit Nerven und Gefässen ausgekleideten Höhlen dar, welche in dem Stiel der Pentacrinus-ähnlichen Larve, als diese noch festsass, hinaufstiegen und welche sich zur Zeit der Ablösung der frei werdenden *Comatula* schlossen.

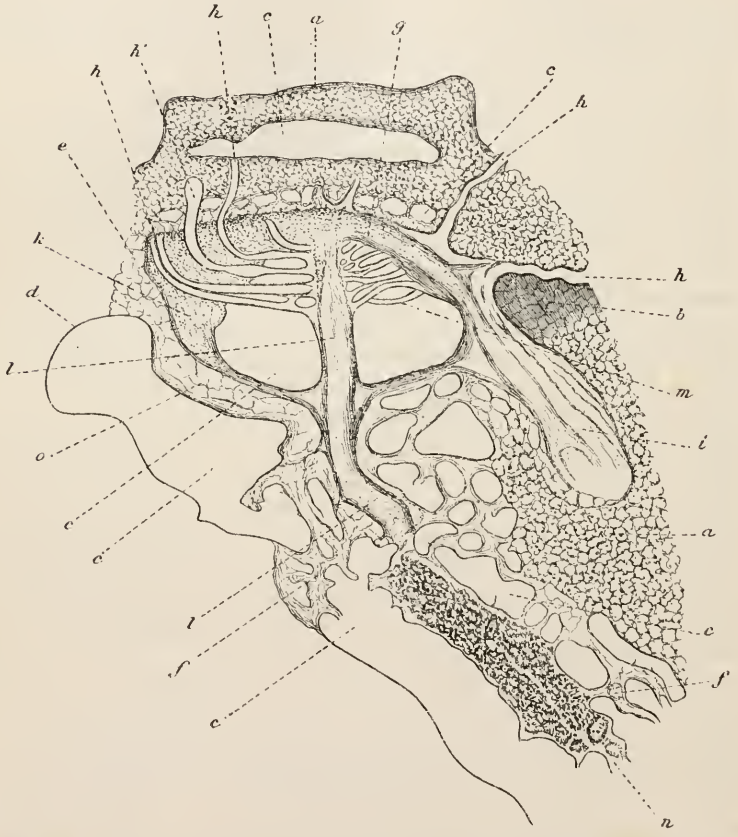
Je mehr die Schnitte gegen den Kelch hinuntersteigen, desto deutlicher wird die Gestalt eines fünfseitigen Ringes mit abgestumpften Ecken (Fig. 264). Der weiter geöffnete Mittelpunkt dieses Ringes wird von zahlreichen Höhlungen eingenommen, die in die Kalksubstanz eingegraben, nach den Radien des Fünfeckes geordnet sind und den Beginn des Dorsalorganes einschliessen, indem sie Reihen von in einander und in die Körperhöhle mündenden Räumen bilden. Diese Räume (*f*, Fig. 264; *c*, Fig. 276) hat man allgemein aber sehr unpassend das gekammerte Organ genannt. Die anfangs rundlichen Ecken des Nervenfünfeckes treten nun als Anschwellungen hervor, die durch dünnere Commissuren verbunden sind, in welchen man den Umrissen des Fünfeckes parallel laufende Fasern unterscheidet. Die Vorsprünge weisen an ihrem Ende Einkerbungen auf, welche sich vertiefen, während dagegen die Commissuren dünner werden. Wenn die Schnitte bei den zweiten Radialien angelangt sind, so bemerkt man als Schlussergebniss der in der Tiefe der ersten Radialien verrichteten Theilungsarbeit zehn, je nach der Richtung des Schnittes, kreisrunde oder ovale Massen, welche den Nerven der zehn Arme entsprechen, die sich in die Skelettstücke begeben, welche die Arme zusammensetzen.

Durch die Axe der Kuppel geführte Verticalschnitte vervollständigen die durch die Horizontalschnitte gegebenen Aufschlüsse (Fig. 267; *g*, Fig. 276). Man sieht auf diesen Schnitten die Nervenmasse wie einen Kuchen mit etwas gewölbter Rückenfläche, während die Bauchfläche etwas hohl ist, und wenn der Schnitt, wie auf unserer Figur rechts, die Axe eines Radials getroffen hat, so kann man die unmittelbare und ununterbrochene Fortsetzung einer der Ecken des Kuchens in den Nerven des sich ablösenden Armes verfolgen (e^1, Fig. 267; *i*, Fig. 276).

Aber diese Fortsetzungen in Armnerven sind nicht die einzigen Besonderheiten, die man am Centraltheile bemerkt. Die Scheiden des Dorsalorganes (wir nennen es mit Ludwig so, um über seine Natur keinem Urtheile vorzugreifen) bilden eine Art Centralpfeiler, eine Säule (*l*, Fig. 276), welche sich oben an die Mitte des Kuchens ansetzt und zuerst in gerader Linie in die Körperhöhle hinabsteigt.

Von dieser hohlen, innen der Länge nach gefalteten Säule lösen sich zahlreiche Gefässe (*m*) ab, die nach allen Richtungen ausstrahlen, an ihrem Ursprung unter sich anastomosiren und, auf der concaven Seite des Nervenkuchens angekommen, sich krümmen, um ihn zu durchsetzen und sich durch das Basalstück des Kelches in die Cirrhen fort-

Fig. 276.



Oberer Theil eines Verticalschnittes, welcher dem auf Fig. 267 in seiner Gesammtheit dargestellten Schnitte entspricht, um die Anordnung des Centralnervensystemes, des gekammerten und des Dorsalorganes zu zeigen. Zeiss, Oc. 1, Ob. E. *Cam. lucid.* *a*, entkalkte Theile des Skelettes; *b*, Muskeln zwischen dem ersten und dem zweiten Radiale; *c*, *c*, von der Körperhöhle abhängige und in ihrer Gesammtheit das sogenannte gekammerte Organ bildende Höhlen; *d*, Grenzmembran dieser Höhlen; *e*, Mesenterium; *f*, Bänder zwischen demselben und dem Dorsalorgane, theilweise innen mit Drüsenzellen bekleidet; *g*, Centralring des Nervensystemes; *h*, Gefässnerven, zu den Ranken gehend; *i*, Nerv eines Armes, der sich längs einer Höhle des gekammerten Organes fortsetzt; *k*, zu dem Dorsalorgane gehender Nerv; *l*, Säule des Dorsalorganes; *m*, zu den Ranken gehende Gefässe; *n*, Drüsentheil des Dorsalorganes.

zusetzen, in deren Axe sie ihren Verlauf bis gegen die Spitze (*h*, Fig. 276) hin nehmen. Einige dieser Gefässe zeigen da, wo sie in die Nervenmasse (h^1) eintreten, Erweiterungen oder Ampullen oder begeben sich zu Punkten, wo verlorene Cirrhen eingelenkt waren; in diesem Falle enden sie blind. Alle diese Gefässe aber werden auf ihrer ganzen Länge von einer Scheide begleitet, welche ihnen bei ihrem Durchgange von der Nervensubstanz geliefert wird. Sie sind demnach wirkliche Gefässnerven.

Man sieht ausserdem die Substanz des Centralorganes (*k*, Fig. 276) in den Zwischenräumen zwischen den Armnerven sich gegen die Wände der Höhlen erheben, welche die von den Scheiden des Dorsalorganes gebildete Axensäule umgeben, und so Nervenzüge liefern, welche sich mit den Hüllen dieser Höhlen und mit der Scheide selbst vermischen.

Man kann also, indem man alle diese Angaben, welche durch zahlreiche Horizontal- und Verticalschnittserien geliefert werden, combinirt, das Centralnervenorgan als einen fünfseitigen Kuchen oder Schild beschreiben, der auf der Rückenfläche gewölbt ist, der Decke des Kelches enge anliegt, in der Mitte von den Gebilden des gekammerten und des Dorsalorganes durchbohrt ist, in die zehn Arme wie in die Cirrhen ausstrahlt und ausserdem noch Fortsätze zu den Membranen liefert, welche die Centralhöhlen der Kuppel auskleiden. Diese Membranen aber sind nur Fortsetzungen des Mesenteriums und des schwammigen Gewebes.

Gefässnerven der Cirrhen und der Arme. — Da die Cirrhen keine seitlichen Anhänge besitzen, so setzt sich der von dem Centralsysteme gelieferte Gefässnerv in der Axe des Cirrhus bis zu der Spitze hin fort, wo er in der Mitte des Endstückes mit einem rundlichen Zipfel endet (*d*, Fig. 269). Auf diesem ganzen Verlaufe liefert er zahlreiche feine Verzweigungen zu den Muskeln und zu den Kalkstücken des Cirrhus und verhält sich im Uebrigen ganz genau in gleicher Weise wie die Gefässnerven der Arme.

Die Armnerven dagegen strahlen in alle Fiederchen ohne Ausnahme, die Mundfiederchen (Fig. 280 und 282) einbegriffen, aus. Man findet sie auf allen Schnitten, Quer- oder Längsschnitten, wie auf den Armen selbst, in der Axe der kalkigen Bestandtheile und in der Mitte der die Gelenke ausfüllenden Muskeln wieder. Man unterscheidet sie von den Muskeln meistens durch die gelbliche oder bräunliche Farbe, welche ihnen das Pikrocarminat mittheilt, während die Muskeln sich hellroth färben. Sie endigen in den Endstücken der Fiederchen und der Arme wie in den Cirrhen mit rundlichen Knöpfen. Selbstverständlich verringert jede Aussendung eines Seitenzweiges den Stamm des Armnerven, welcher bei dem Durchgange durch die Gelenke und die Syzygien der Arme gewöhnlich eine Biegung macht.

Der feinere Bau dieser Nervengebilde ist sehr schwer zu entziffern. Im Allgemeinen zeigen die Schnitte auch unter Vergrösserungen von ungefähr 300 Durchmessern ein fast homogenes Aussehen, demjenigen ähnlich, welches das Nervensystem der Bandwürmer darbietet. Horizontalschnitte der Centralmasse lassen besonders im Mittelpunkte eine sehr feine, etwas wellenförmige Streifung erkennen, während Schnitte in einer entgegengesetzten Richtung eine sammetartige Punktirung zeigen. Starke Immersionslinsen allein erlauben, feine Fasern ohne doppelten Rand zu unterscheiden, welche die Substanz zusammensetzen und welche in den centralen Theilen eine compacte Masse bilden. Um diese Fasern herum und hier und da in ihren Zwischenräumen zeigen sich Anhäufungen rundlicher, körniger Körperchen, welche Kerne von Ganglienzellen zu sein scheinen; wir haben vergeblich gesucht, die Umrisse dieser Zellen, welche von Anderen in Form von multipolaren Zellen gesehen wurden, mit Deutlichkeit wahrzunehmen.

Fig. 277.

Querschnitt eines Gefässnerven eines Armes. Verick, Oc. 1, Obj. 6. *Cam. lucid.* *a*, Rindentheil; *b*, durch die Nervensubstanz gebildete mittlere Scheidewand; *c*, Abzweigungen zu dem die Maschen der Kalksubstanz bildenden Gewebe; *d*, Haupthöhlen, mit geronnener Flüssigkeit, welche eine strahlenförmige Gestalt angenommen hat, erfüllt; *e*, Nebenhöhlen; *f*, Zwischengewebe.

Diese Structur aus sehr feinen Fäserchen, die mit sehr zarten, kleinkernigen Ganglienzellen besäet sind, kommt überall in dem Nervensystem auf allen seinen Verzweigungen vor. Man muss auch erwähnen, dass sich die Fasern nirgends zu parallelen Bündeln ohne Anastomosen gruppiren; es sind immer oft schichtenartig ausgebreitete Netzwerke mit zahlreichen Anastomosen. Die Beziehung zu den vom Dorsalorgane gelieferten Gefässen bleibt auch überall bestehen, erleidet aber zahlreiche Abänderungen.

Wir haben weiter oben die Art und Weise beschrieben, wie die Gefässe bei ihrem Austritte aus der Säule und der Durchsetzung des centralen Nervenschildes sich mit Nervenscheiden umgeben. Die ursprüngliche Structur eines Gefässnerven ist demnach diejenige einer

hohlen Röhre, deren Wandung von dem Nervengewebe gebildet ist; aber in Folge der Ablösung von Aesten und der mehr oder weniger ausgesprochenen Abspaltung durch Verzweigungen erleiden diese Verhältnisse tiefgreifende Veränderungen. Wir haben unter einer starken Vergrösserung (Fig. 277) den Anblick wiedergegeben, welchen diese Theile in den Armen oder den Ranken oft darbieten. Der centrale, mit geronnener Flüssigkeit (Blut?) angefüllte Gefässcanal ist durch eine verticale Nervenscheidewand (*b*) getheilt; Nebencanäle (*c*) zeigen sich auf der Rückenfläche, und auf allen Seiten sieht man Ausstrahlungen gegen die Substanz hin, welche die Maschen der Kalksubstanz bildet.

Allein wenn auch die Bildungselemente oft in dieser Weise angeordnet sind, so sind sie es doch nicht immer. Oft sieht man nur einen einzigen Centralcanal; in anderen Fällen kann man keine Centralhöhle wahrnehmen, sondern Gefässräume auf den Seiten oder an dem Rande einer soliden Masse, von welcher offenbar Gefässnerven in allen Richtungen ausstrahlen. Die nämliche Unbeständigkeit der Beziehungen herrscht in den Fortsetzungen, welche sich zu dem Mesenterium und dem schwammigen Gewebe begeben; man sieht oft Gefässe, welche von Nervenfasern oder Netzwerken aus feinen Fasern mit mehr oder weniger isolirten Kernen begleitet scheinen, ohne dass man constante Beziehungen wahrnehmen könnte. Dass diese Nervennetze mit den Gefässen in dem, den Mund umgebenden schwammigen Gewebe sich mehr angehäuft finden, daran kann man kaum zweifeln, aber von da bis zu dem Nachweise eines einfachen oder doppelten Nervenringes um den Mund herum, von Nervenringen, welche Nerven zu den Armen und in die Tegumente senden würden, ist noch ein weiter Weg. Nervenelemente lassen sich ohne Zweifel wahrnehmen, allein man hat noch keinen Nachweis für diese Ringe, ebenso wenig wie für Nerven, welche die Decke der Tentakelfurchen in den Armen und den Fiederchen bilden sollten, erbringen können.

Wir werden uns weiter unten mit der Verzweigung der Gefässnerven in den Armen und in den Fiederchen bei der Besprechung dieser Organe befassen.

Es geht aus dem soeben Gesagten hervor, dass eine innige Beziehung zwischen dem Nervensysteme und zwischen dem, was wir Gefässsystem genannt haben, besteht. Wenn wir diesen Ausdruck anwenden, so sind wir weit davon entfernt, behaupten zu wollen, dass die in diesen Gefässen enthaltene Flüssigkeit, eine von derjenigen Flüssigkeit, welche die übrigen Körperhöhlen erfüllt, verschiedene Zusammensetzung besitze, oder dass man von einem Blutkreislaufe sprechen könne, welcher mit demjenigen anderer Thiere vergleichbar wäre. Die Gefässe stehen einerseits mit den Peritonealhöhlen und andererseits mit dem Wassergefässsysteme in Verbindung, es können

also keine grossen Verschiedenheiten zwischen den in diesen verschiedenen Theilen enthaltenen Flüssigkeiten vorkommen. Man kann auch nicht von einem Herzen, einem Centralorgane der Circulation, welches durch seine Zusammenziehungen dem Blute einen gewissen Impuls verleihen würde, sprechen; — ein solches Bewegungsorgan existirt nicht, und der den Flüssigkeiten gegebene Anstoss kann nur von den Zusammenziehungen der Körpermuskeln, der Arme, der Mesenterien und von der Thätigkeit der in verschiedenen Theilen der Höhlen angebrachten Wimperhaare herrühren. Nur unter diesen Vorbehalten können wir von einem Gefässsysteme, von einem Centralorgane und von Gefässen reden.

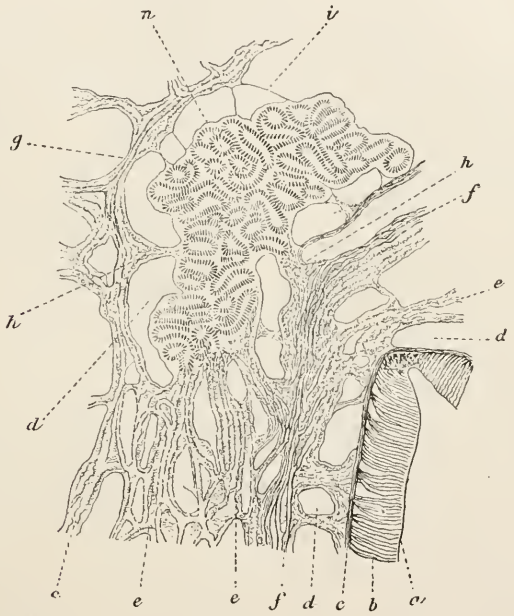
Das Dorsalorgan, für welches wir diesen von Ludwig aufgestellten Namen beibehalten, um der Beurtheilung seiner Bedeutung in keiner Weise vorzugreifen, befindet sich im Mittelpunkte der Kelchkuppel in Gestalt einer länglichen, ziemlich dünnen drüsigen Masse (*g*, Fig. 267). Es bildet die Fortsetzung des centralen Gefässrohres, das den Nervenring der Kuppel durchbohrt, und sieht, unter schwachen Vergrösserungen, einem knotigen, an seiner Structur leicht erkennbaren Strange ähnlich, der in der Mitte des Kelches hinabsteigt, aber schief gegen die linke Seite und nach vorn sich hinzieht, so dass er gegen den Grund der Mundhöhle hin gelangt. Den Magensack und den Afterdarm streifende, aber den Mund und den After nicht öffnende Verticalschnitte, sowie wir einen solchen (Fig. 267) gezeichnet haben, zeigen das Dorsalorgan in seiner ganzen Länge. An der Wand der Mundhöhle angekommen, theilt sich der Strang oft in zwei Aeste, welche bald nach der Zweitheilung endigen.

Auf seiner ganzen Länge besitzt das Dorsalorgan eine offenbar drüsige Beschaffenheit. Es besteht (*n*, Fig. 276 und Fig. 278) aus kurzen gewundenen Schläuchen oder vielmehr aus Höhlungen, welche gegen die Peripherie hin geschlossen, aber gegen die Axe des Organes, wo sie einen freien Raum lassen, geöffnet sind. Sie sind auf ihrem ganzen Verlaufe von Zellen mit grossen körnigen Kernen ausgekleidet, die sich durch Reagentien stark färben. Die Eigenhaut, auf deren Innenfläche die Zellen liegen, ist im Inneren gefaltet und gerunzelt und je nachdem die Ränder der Falten sich berühren und verschmelzen, erhält man den Anschein von Schläuchen oder nur von kürzeren oder längeren Rinnen. Da diese Rinnen und Schläuche gewunden und strahlig in schiefer Richtung um die leere Axe des Organes gestellt sind, so sieht man sie auf den Schnitten unter verschiedenen Formen, bald als Kreise, bald als Schläuche. Das Organ ist auf seinem ganzen Verlaufe von einer wasserhellen Eigenhaut umgeben, welche aussen die feine Punktirung des Epitheliums, das die Wände der allgemeinen Körperhöhle überzieht, aufweist.

Diese Haut setzt sich direct in die säulenartige Röhre fort, welche

wir die Säule (*l*, Fig. 276) genannt haben. Die Säule sendet im Mittelpunkte der Kuppel Gefässe aus, welche das Centralnervensystem durchbohren, um sich zu den Ranken zu begeben; sie endet in der weiter oben beschriebenen Weise in der Rosette. Es ist keine einfache Röhre: nach innen vorspringende Falten, welche sich in der Axe der Säule verbinden, bilden die zierliche centrale Rosette, welche wir in Fig. 264 nach einem etwas schiefen Schnitt gezeichnet haben und die auf vollkommen horizontalen Schnitten um einen inneren fünfseitigen Stern herum fünf äussere Erweiterungen bildet.

Fig. 278.



Ventrale Endigung des Dorsalorganes auf einem Verticalschnitte. Verick, Oc. 1, Obj. 6. *Cam. lucid.* *a*, Cuticula; *b*, Epithel; *c*, Faserschicht der Mundschleimhaut; *d*, Peritoneallücken in dem schwammigen Gefässgewebe; *e*, Netze bildende Gefässe; *f*, Fasernetz (Nerven und Muskeln?), die Mundhöhle umgebend; *g*, ähnliches, weiter abstehendes Netz; *h*, Aeste des Dorsalorganes zum schwammigen Gewebe mit Drüsenzellen; *i*, feine Connectivbänder; *n*, Drüsentheil des Dorsalorganes.

Die Zellen des Dorsalorganes scheinen im Anfange und in der Centralrosette selbst keine vollständigen Schläuche zu bilden; sie zeigen sich als eine unregelmässige Auskleidung der Innenseite der Röhre, als hier und da zerstreute Epithelflecken, und erst in einiger Entfernung von diesem Anfange sieht man die regelmässigere Gruppirung zu Schläuchen.

Eine ähnliche Anordnung lässt sich auf den Wänden und auf dem Mundende des Organes (Fig. 278, a. v. S.) beobachten.

Dasselbe ist in der That auf seinem ganzen Verlaufe an den Netzwerken und Ausbreitungen des Mesenteriums innerhalb der Körperhöhle mittelst zahlreicher Bänder befestigt, von denen die einen, sehr dünn und durchsichtig, nur aus Bindegewebe (*v*, Fig. 278) zu bestehen scheinen. Andere dagegen sind dicker und offenbar hohl (*h*) und in diesen Schläuchen setzen sich die Drüsenzellen noch auf einer gewissen Länge ihres Verlaufes, der in Gestalt anastomosirender Gefässe stattfindet, fort. Diese Anordnung ist besonders an dem Mundende des Organes sehr deutlich ersichtlich; hier gehen Bündel von Gefässen ab, welche sich in das schwammige Gewebe des Peristoms begeben, und in dem Inneren dieser Gefässe bemerkt man zuerst einige zerstreute Drüsenzellen, welche hierauf oft durch im Innenraume der Gefässe angehäufte körnige Körperchen ersetzt sind, die durch die Gerinnung der vorhandenen Flüssigkeiten unter der Einwirkung von Reagentien gebildet werden.

Indem wir alle diese Beobachtungen zusammenstellen, schliessen wir daraus, dass das Dorsalorgan bei der erwachsenen *Comatula* einen Theil des Gefässsystemes ausmacht, dass es eine centrale und beinahe axiale Röhre vorstellt, deren Richtung durch die Entwickelung des Darmes etwas verschoben ist; dass ferner diese Röhre auf einem grossen Theile ihres Verlaufes von inneren Epithelzellen drüsiger Natur ausgekleidet wird. Aber der Bau dieser Röhre ist verwickelt; sie ist in ihrem Inneren mannigfach gefaltet und die Falten bilden, indem sie sich mit ihren Rändern nähern und mit einander verschmelzen, Rinnen und in einander verschlungene gewundene Röhren. Was uns in dieser Ansicht bestärkt, ist der Umstand, dass der drüsige Theil sowohl auf Längsschnitten als auf Querschnitten ganz genau den gleichen Anblick darbietet, und dass da, wo das Drüsenepithelium in der Säule aufhört, man immer innere Hautfalten vorfindet, welche das Lumen der Röhre mehr oder weniger theilen, so dass dadurch auf den Querschnitten der Anschein entsteht, als seien darin nach den fünf Hauptstrahlen des Körpers geordnete Kammern und Räume vorhanden.

Aber noch mehr. Wir haben bei der Besprechung des Centralnervensystemes dargethan, dass die dasselbe durchsetzenden Gefässe der Ranken sich gewissermaassen mit Nervenscheiden umgeben, die sich in die Nerven der Ranken fortsetzen. Wir haben in den Nerven der Arme ebenfalls diese sonderbare gegenseitige Durchdringung der Nervenbündel und der Gefässe constatirt. Endlich haben wir nachgewiesen (*k*, Fig. 276), dass bedeutende Nervenbündel sich vom centralen Nervenkuchen ablösen und an die Wände des Gefässrohres legen, wo man sie bis zum Drüsentheile verfolgen kann. Wir be-

zweifeln also nicht, dass die aus dem Centralorgan heraustretenden Gefässe zugleich die Träger der Nervenfäserchen sind, welche sich mit ihnen in die Netzwerke der schwammigen Substanz fortsetzen und so zum Peristom und von da in die Tentakelfurchen gelangen. Hier können sich die Bündel vermehren, um Geflechte, wie wir sie gezeichnet haben (*f* und *g*, Fig. 278), zu bilden.

Wir können hier zu den Geweben des Mesenteriums und zu ihrem feineren Bau zurückkehren. Gefässe und Nervenfasern strahlen in allen Richtungen vom Dorsalorgane aus und man findet sie, wie wir oben gesagt haben, sowohl in dem schwammigen Gewebe als in den Netzwerken des Mesenteriums oder in den oberflächlichen Schichten der Tegumente wieder, wo sie zahlreiche Einschläge zwischen den Maschen dieser siebartigen und durch Muskeln- und Bindegewebefasern verstärkten Gebilde zusammensetzen. Einerseits gelangen so Gefässe und Nerven durch die Mesenterien zu den peripherischen Tegumenten des Kelches, anderseits durch das schwammige Gewebe zum Peristom. Hier verstärken sich die Netzwerke durch Muskel- und Bindegewebebildungen und nehmen auf Schnitten den Anschein von Nervengeflechten oder Nervensträngen an, bilden aber in Wirklichkeit Schichten, welche sich unter dem Palissadenepithelium der Tentakelfurchen und des Darmcanales, sowie um die Wassergefässcanäle herum ausbreiten. Man hat die unter dem Tentakelepithelium ausgebreiteten Schichten die Ambulacralnerven genannt; wir haben weiter oben die Gründe aus einander gesetzt, welche uns hindern, diese Anschauung zu theilen, und ein neulicher Beobachter, Jickeli, stellt sie auch in Zweifel, ebenso wie die daraus hervorgehende Ansicht, nach welcher die fünf Ambulacralnerven in einen den Mund umgebenden Ring zusammenfliessen sollten. Allein wir sind mit Jickeli nicht einverstanden, wenn er sagt, „dass sich um die Mundöffnung herum ein pentagonaler Nervenstrang vorfinde, der in dem Bindegewebe in der Höhe des Wassergefässringes liege". „In den Ecken dieses Fünfeckes", fährt Jickeli fort, „stehen die Stränge der Seiten, welche sich berühren, durch Aeste in Verbindung, welche unter dem Wassergefässcanale mit einander zusammentreffen und ihren Verlauf längs dieses letzteren fortsetzen, indem sie jederseits einen Strang liefern. Jeder dieser Stränge sendet in regelmässigen Zwischenräumen Seitenäste aus, welche das Wassergefässsystem und die Papillen der Fangarme mit Nerven versehen. Von diesem dritten Nervensysteme gehen ebenfalls starke Aeste ab, welche in die Bauchhaut des Körpers eintreten und darin sich in feine Nervengeflechte auflösen."

Bis zur Bestätigung dieser Verhältnisse glauben wir uns durch unsere weiter oben aus einander gesetzten Beobachtungen zu dem Schlusse berechtigt, dass es sich mit diesem dritten Nervencentrum, das man mit dem Namen Wassergefässnervensystem bezeichnen könnte, ebenso

wie mit den sogenannten Ambulacralnerven verhalte; dass es sich nicht um besondere Nervenstränge, sondern um Schichten handelt, die von in einander verschlungenen Fasern gebildet werden und dass diese Schichten einerseits mit der tiefen Hautschicht, andererseits mit der unter den Furchen ausgebreiteten Schicht in Verbindung stehen; dass diese Schichten die Höhlen und Wassergefässe auf allen Seiten umgeben und feine Nervenfäserchen zu den Zellen des Epitheliums der Tentakel, des Magens und des Darmes, in die Haut und in die Umgebung der Wassergefässcanäle, sowie in die oberflächlichen Schichten der Tentakeln und bis in die Papillen dieser letzteren aussenden. Wir betrachten demnach alle diese verschiedenen Theile, welche man hat von einander unterscheiden wollen, als ein einziges Gefässnervengeflecht, das sich an gewissen Stellen, um den Mund und die Wassergefässcanäle herum, unter dem Tentakelepithelium und in der tiefen Hautschicht verstärkt und so allen Geweben, diejenigen der Ranken, der Arme und der Kalkstücke des Skelettes ausgenommen, Nervenfasern liefert, die von Blutgefässen begleitet werden.

Die Arme. — Als wir von den Tegumenten, den Nerven und den Tentakelfurchen sprachen, haben wir bereits Einzelheiten über einige an den Armen sichtbare Gebilde gegeben, welche wir hier vervollständigen müssen, um das Ganze zu beschreiben.

Ausser der Untersuchung des lebenden Thieres, die Herrn Edm. Perrier Alles, was sie überhaupt ergeben kann, geliefert hat, muss man auch die Arme mit den daran hängenden Fiederchen sowohl auf horizontalen wie auf verticalen Quer- und Längsschnitten einer genauen Prüfung unterziehen. Diese letzteren sind auf einer gewissen Länge schwierig zu erhalten, da sich die Arme immer bogenförmig gegen die Tentakelfurche krümmen. Wir haben, um in diese Anlage einen Einblick zu gestatten, einen Querschnitt (Fig. 279) und ein Stück eines durch die Axe des Armes gerichteten Sagittalschnittes (Fig. 280) wiedergegeben.

Vor Allem ist es wichtig, zwischen den Syzygien und den übrigen Theilen eine Unterscheidung zu machen. Das Aussehen der Schnitte, besonders der Querschnitte, ist sehr verschieden, je nachdem sie sich mehr oder minder eng an diese Gebilde anlegen, deren Wichtigkeit von Perrier hervorgehoben wurde.

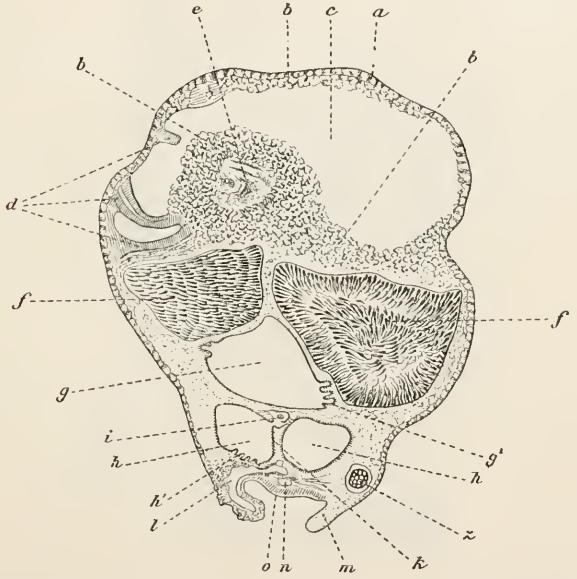
Die Kalkstücke werden in ihrer Axe von dem Gefässnerven (*e*, Fig. 279 und 280), dessen mannigfaltiges Verhalten wir bereits beschrieben haben, durchbohrt. Auf Querschnitten kann man constatiren, dass vom Nervenstamme ausgehende Bündel in allen Richtungen nach der Peripherie hin ausstrahlen, dass gewisse dieser Bündel in die Muskeln gehen, denen sie rechtwinkelig zu den Muskelfasern herantretende Fäserchen abgeben; dass andere Bündel die Canäle umgehen, um bis auf die Tentakelfurche zu gelangen. Alle diese

letzteren Bündel mischen sich innig mit denjenigen der tiefen Tegumentschicht an denjenigen Stellen, wo das Tegument sich auf den Arm überschlägt, indem es sich von der Scheibe ablöst (Fig. 281 a. S. 569).

Die grossen Muskeln (*f*, Fig. 279 und 280) zeigen auf den Querschnitten eine dreieckige Schnittfläche und umfassen mit ihren Innenseiten den oberen Theil eines Canales (*g*), der Muskel-, Dorsal- oder cöliakischer Canal genannt worden ist. Wir werden die Bezeichnung „Dorsalcanal“ gebrauchen.

Der Dorsalcanal behält an den Kalkstücken, so weit sie von ihren Mukeln bedeckt sind, etwa dieselbe Breite und Gestalt bei; aber in

Fig. 279.



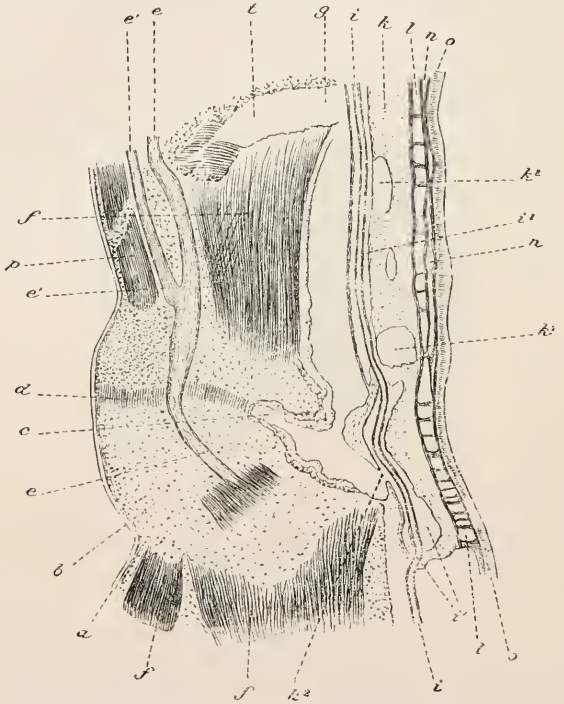
Querschnitt eines Armes, eine Syzygie streifend. Zeiss, Oc. 2, Obj. A. *a*, Tegument; *b*, Kalksubstanz; *c*, Höhle der Syzygie; *d*, Strahlenbänder der Syzygie; *e*, Gefässnerve des Armes; *f*, ventrale Muskeln; *g*, Dorsalcanal; g^1, wimpernde Runzeln dieses Canales; *h*, *h*, Seitencanäle; h^1, wimpernde Runzeln; *i*, Geschlechtsröhre; *k*, verticale Scheidewand; *l*, Wassergefässcanal; *m*, Tentakel; *n*, Gewebelücke, Nervengefäss genannt; *o*, Epithelium der Tentakelfurche; *z*, schmarotzende Zooxanthelle.

den Syzygien verändert er sich und sendet, nach der Rückenseite hin, Verlängerungen aus, welche sich in der Syzygie selbst zu einer runden, platten Höhlung erweitern, die den Gefässnerven umgiebt. Diese Höhlung wird von strahlenförmig angeordneten Canälen durchsetzt, die von einem musculösen oder elastischen Fasergewebe gebildet sind und deren Insertionen an der Haut gut gerichteten Schnitten das Aussehen

eines Rades geben (*d*, Fig. 279 und 280). Die den Dorsalcanal erfüllende Flüssigkeit circulirt demnach in diesen Radiärcanälen und um den centralen Gefässnerven des Armes. Die sehr feinen Fasern dieses elastischen Gewebes färben sich intensiv durch Picrocarmin; sie verlaufen isolirt und verbinden sich nicht zu Bündeln wie die Muskelfasern.

Nach neueren Untersuchungen von Perrier finden sich Poren im Umkreise der beiden, eine Syzygie zusammensetzenden Stücke, durch welche die beschriebenen, mit elastischen Wänden versehenen

Fig. 280.



Theil eines durch die verticale Medianebene gehenden Längsschnittes eines Armes. Gleiche Vergrösserungen und gleiche Buchstaben wie in der vorhergehenden Figur. *a*, Tegumente; *b*, Kalksubstanz; *c*, *c*, Syzygienhöhlungen; *d*, Ligamente der Syzygie; *e*, Gefässnerv des Armes; e^1, Abzweigung zu einem Fiederchen; *f*, ventrale Muskeln; *g*, Dorsalcanal; *i*, Geschlechtsröhre; i^1, Geschlechtscanal; *k*, verticale Scheidewand der Seitencanäle; k^1, Verbindungslücke durch die Scheidewand hindurch; k^2, Verbindungslücke zwischen dem Rücken- und dem Geschlechtscanal; *l*, Wassergefässcanal; *n*, faserige Unterepithelialschicht mit Gewebelücken (Nervengefässen); *o*, Epithelium der Tentakelfurche; *p*, Dorsalmuskeln des Armes.

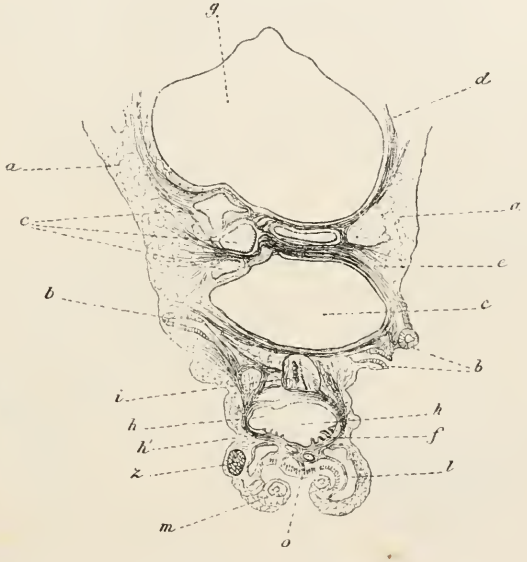
Canäle, die von den Axialnerven ausstrahlen, nach aussen münden. Die Communicationsöffnung zwischen den erwähnten Erweiterungen

und dem Ludwig'schen Dorsalcanal kann sich schliessen, und die Canäle der Arme sind hier von mächtigen Muskeln umgeben, welche sie verengern können, und die anderwärts fehlen. Nach Perrier sollen die Poren der Syzygien die Function haben, das überschüssige Wasser abzuführen, welches durch die Kelchporen in den Körper des Thieres eingepumpt wird.

Kehren wir zu dem Dorsalcanale der Arme zurück.

Das feine Epithelium, welches die Decke und den Boden des Canals auskleidet, erhebt sich oft in den Ecken des Canals zu Längsfalten, welche auf Querschnitten wie Zähnelungen aussehen. Man

Fig. 281.



Theil eines Schnittes, der durch einen Arm an derjenigen Stelle durchgeht, wo er sich von der Scheibe loslöst, so dass die Tegumente der Scheibe auch noch angeschnitten sind. Man hat nur den ventralen Theil des Schnittes mit der Tentakelfurche abgebildet. Zeiss, Oc. 1, Obj. C. *Cam. lucid.* *a*, Tegumente; *b*, Wimpertrichter, in verschiedenen Richtungen durchschnitten; *c*, verschiedene von der Körperhöhle abhängige Lücken; *d*, den Dorsalcanal *g* umziehendes Faserbündel, das sich bei *e* mit den Bündeln der tiefen Schicht der Tegumente vermischt und bei *f* auf der Tentakelfurche ankommt; *g*, Dorsalcanal des Armes; *h*, Ventralcanal, noch nicht in zwei Seitencanäle getrennt; h^1, Wimperfalten; *i*, Geschlechtsröhre; *l*, Wassergefässsystem; *m*, Tentakel; *o*, Epithelium der Tentakelfurche.

sieht auf diesen Zähnelungen ein höheres Epithelium mit grossen körnigen Kernen, welche sich intensiv färben. Dieses Epithelium gleicht durchaus demjenigen der Wimpergrübchen in den Fiederchen, und wir bezweifeln nicht, dass es, wie dieses, Wimpern trägt. Doch

haben wir diese Vermuthung nicht an lebenden Thieren bestätigen können.

Der horizontale Boden, welcher den Dorsalcanal nach unten abschliesst, setzt sich unmittelbar in die Wände zweier, neben einander verlaufender Canäle fort, die in der Mitte durch eine, zur Tentakelfurche sich hinabsenkende Scheidewand getrennt werden. Diese beiden Seitencanäle (*h*, Fig. 279 und 281) sind ebenso geräumig, als der Dorsalcanal; sie zeigen dasselbe Epithelium und hier und da auch, obwohl selten, die wahrscheinlich wimpernden Zähnelungen. Böden, Scheidewand und Seitenwände dieser Canäle sind, ausser dem Epithelium, vom Bindegewebe der Haut gebildet, in welchem man Kerne und Bündel von neuro-vasculären und rein musculösen Fasern sieht, die meist in der Richtung der Wände verlaufen. Auf Längsschnitten sieht man häufig Lücken in der Scheidewand (k^1, Fig. 280), durch welche die beiden Seitencanäle mit einander communiciren.

Man beobachtet in dem Punkte, wo die Scheidewand auf den horizontalen Boden der Canäle auftrifft, besondere Bildungen, welche zum Genitalsysteme gehören. Unsere Beobachtungen lassen sich folgendermaassen zusammenfassen:

Die prismatische, längsverlaufende Verdickung, welche am Vereinigungspunkte der Scheidewand und der Decke der Canäle ausgebildet ist und auf den Querschnitten als Dreieck sich darstellt, dehnt sich über die ganze Länge des Armes aus und wird von einem Lacunensystem durchsetzt, welches einen Längscanal (i^1) mit zahlreichen Nebenlacunen bildet, die sich theilweise in den Dorsalcanal, theilweise in die Seitencanäle öffnen. Man sieht diese Oeffnungen sowohl auf Längsschnitten (i^1, k^1, Fig. 280) als auf Querschnitten. Bald zeigt sich die Lacune wie ein vollkommen geschlossener Canal (Fig. 282), während in anderen Fällen der Schnitt Nebenlacunen getroffen hat, welche sich nach rechts, links oder oben in die benachbarten Canäle öffnen (k^1, Fig. 282). Diese Lacunen sind von demselben Epithelium bekleidet wie die Hauptcanäle; sie sind nur Anhängsel dieser letzteren. Es giebt demnach kein die Geschlechtsröhre umgebendes, geschlossenes Gefäss, wie man behauptet hat.

In der Mitte dieses Längssystemes von Lacunen, die also kein Gefäss noch einen unabhängigen Canal bilden, verläuft eine von grossen, mit Kernen und Kernchen versehenen Zellen gebildete Röhre, die wir die Geschlechtsröhre nennen (*g*). Diese Röhre ist niemals ganz frei, sondern immer mit einem Punkte ihrer Circumferenz an die Wand der Lacune und meist an die obere Decke befestigt (g^1, Fig. 282 und 283). Sie erscheint auf Querschnitten bald rund (Fig. 282), bald abgeplattet. Die grossen Zellen, welche durch ihre Weiterentwickelung in den Fiederchen Eier oder Samenzellen werden, ragen in das Lumen der Röhre hinein. Wir haben stets am Grunde der

Röhre, gegen die Scheidewand hin, einen Haufen grösserer Zellen bemerkt; es scheint also, dass von dort aus die Entwickelung der Geschlechtszellen ihren Anfang nehme und deshalb haben wir diesen Zellenhaufen den Geschlechtswulst genannt (g^2).

Wir haben nirgends zwischen den Wänden der Lacunen und der Geschlechtsröhre die Spuren eines zweiten, von Ludwig beschriebenen Canals gesehen, der die Geschlechtsröhre in einiger Entfernung umgeben soll und dessen Wände einerseits mit der Geschlechtsröhre durch spindelförmige Zellen, andererseits mit den Lacunenwänden durch Bindegewebebrücken verbunden wären. Weder auf Längsschnitten (Fig. 280), welche die Röhre und die sie umgebenden Lacunen sehr schön sehen liessen, noch auf Querschnitten (Fig. 282, 283) haben wir uns von der Existenz dieses Gefässes überzeugen können, das die Genitalröhre wie eine Scheide umgeben würde.

Fig. 282.

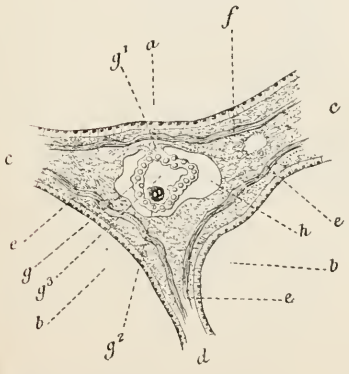


Fig. 283.

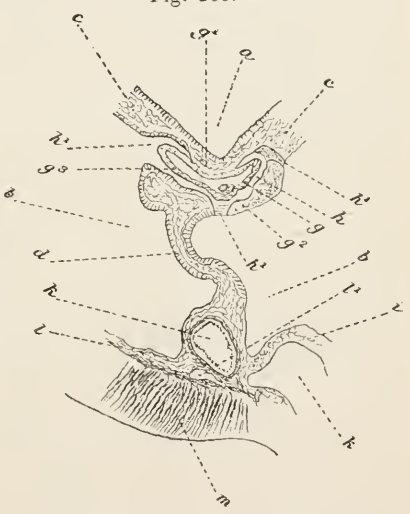


Fig. 282. — Theil der die Geschlechtsröhre einschliessenden Canalscheidewand. Querschnitt des Armes. Zeiss, Immersion 1. *Cam. lucid.* *a*, Höhle des Dorsalcanales; *b b*, Höhlen der Seitencanäle; *c c*, Fortsetzungen des horizontalen Trennungsbodens zwischen den Canälen; *d*, verticale Scheidewand; *e*, in der Scheidewand verlaufende Faserbündel; *f*, dieselben in der oberen Wand des Bodens hinlaufend; *g*, Geschlechtsröhre; g^1, Befestigungsstelle am Boden; g^2, Geschlechtswulst; g^3, inneres Lumen der Röhre; *h*, Geschlechtslücke.

Fig. 283. — Querschnitt des Armes, die Scheidewand vom Boden bis zum Epithelium der Furche zeigend. Zeiss, Oc. 2, Obj. E. *Cam. lucid.* *a*, Höhle des Dorsalcanales; *b b*, Höhlen der Seitencanäle; *c c*, horizontaler Boden; *d*, verticale Scheidewand; *g*, Geschlechtsröhre; g^1, breites Band zum Boden; g^2, Geschlechtswulst; g^3, Lumen der Geschlechtsröhre; *h*, Geschlechtslücke; h^1, Verbindungsöffnungen mit den Seitencanälen; *i*, Wand des Tentakels; *k*, Wassergefässcanal; k^1, seine Fortsetzung in den Tentakel; *l*, Faserschicht; l^1, Lacune (Nervengefäss); *m*, Epithelium der Furche.

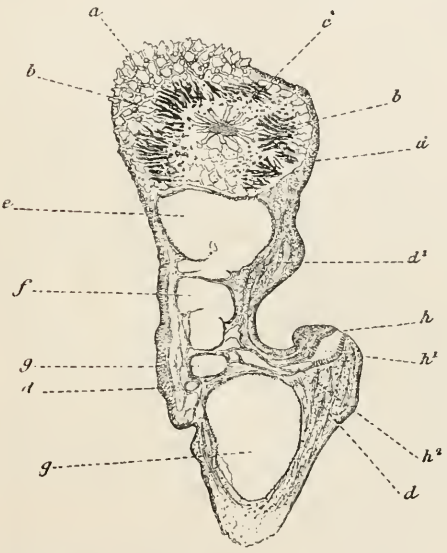
Auf der Ventralseite der Seitencanäle finden sich die schon beschriebenen Hautgebilde, die Wassergefässe, welche in die Tentakeln gehen, die Nervengefäss- und Muskelschicht mit ihren Lücken, welche oft ein Nervenband mit einem besonderen Gefässe vortäuschen und endlich, zwischen den gekrümmten Tentakeln, die eigenthümliche Epithelialschicht der Tentakelfurche.

An diesem Punkte unserer Beschreibung angelangt, müssen wir versuchen, die Bildungen des Armes mit denjenigen des Kelches, deren Fortsetzungen sie darstellen, zu verknüpfen. Hinsichtlich einiger kann man nicht in Verlegenheit kommen; die unmittelbare Fortsetzung der Skelettstücke, der Tegumente, des Nervengefässsystems ist ausser Frage. Die so offen darliegende Fortsetzung der Tentakelfurchen befremdet einigermaassen — ihr Epithelium setzt sich offenbar in dasjenige des Mundes und des Darmes fort, während ihr Wassersystem eine Ausstrahlung des Mundringes bildet und die sogenannte Nervenschicht mit ihren Lücken unmittelbar in die tiefere Hautschicht übergeht. Die Epitheliumschicht der Furchen entsteht ohne Zweifel, wie auch die Entwickelungsgeschichte lehrt, aus dem Entoderm, und dieser Ursprung beweist wohl zweifellos, dass man sie nicht als eine reine Sinnesschicht betrachten darf. Kann man sie der Epithelialschicht auf den Armen der Seesterne homolog erklären? Um diese Homologie zu beweisen, müsste man erst darthun, dass diese Schicht auch bei den Seesternen aus dem Entoderm entspringt, was bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden konnte. Der Structur der *Comatula* zu Folge muss man die Arme als Stützen eines weiten Mundtrichters ansehen, der bis zum Ursprunge der Arme eingeschnitten ist und dessen Entoderm-Epithelium sich nur auf den Tentakelfurchen erhalten hat. Götte hat nachgewiesen, dass die Furchen und die ersten Anlagen der Arme sich in der That im Inneren einer weiten Mundkuppel bilden, die anfangs geschlossen ist und sich erst später öffnet.

Wir finden in den Armen zwei über einander liegende Längscanäle, von welchen der obere einfach, der untere durch eine senkrechte Scheidewand in die beiden seitlichen oder ventralen Canäle getrennt ist, und in dieser Scheidewand verläuft die von ihrer Lacune umgebene Geschlechtsröhre. Im Kelch finden wir bei dem erwachsenen Thiere nur eine einzige Peritonealhöhle, die durch ein Mesenterialnetz unvollständig in zwei concentrische Höhlen getrennt wird. Dieses Netz bildet wohl ohne Zweifel durch seine Verdichtung den Querboden, welcher den oberen von den unteren Canälen scheidet. Richtet man die Arme vertical in die Höhe, so befindet sich dieser Boden in derselben Lagerung wie das Mesenterialnetz, dessen directe Fortsetzung er bildet. Die Scheidewand dagegen ist eine Neubildung; sie entwickelt sich nur da, wo die Geschlechtsröhre sich vorfindet: sie scheint nur die Rolle eines Suspensoriums derselben zu spielen und

fehlt in den sterilen Fiederchen und Enden der Arme. Scheidewand und Boden sind übrigens, wie wir gezeigt haben, von Lücken durchbrochen, was auf ihre mesenterische Natur hinweist. Alle diese Bildungen sind ausserdem mit demselben charakteristischen Epithelium überzogen, welches die Peritonealhöhle auskleidet. Die Canäle unterscheiden sich von dieser Höhle nur durch die Ausbildung eines Flimmerepitheliums, sei es in Form von Wimperbechern in den Fiederchen oder in Gestalt von Längsfalten in den grösseren Canälen. Es schien uns, als seien diese Längsfalten vorzugsweise in der Nähe der Syzygien und der Gelenke entwickelt, während die Wimperbecher sich ausschliesslich auf den Geschlechtsfiederchen finden.

Fig. 284.



Schnitt eines Mundfiederchens an seiner Ansatzstelle auf der Scheibe. Zeiss, Oc. 1, Obj. C. *Cam. lucid.* *a*, Kalkskelett; *b*, Muskeln; *c*, Centralgefässnerv; *d*, Tegumente; d^1, Tegumente mit Gefässen; *e*, Dorsalcanal; *f*, Ventralcanal; *g*, von der Peritonealhöhle abhängige Höhlen; *h*, Mündung; h^1, Ampulle; h^2, Gefässcanal eines Wimpertrichters.

Die Fiederchen (*Pinnulae*). — Die oben geschilderten Bildungen setzen sich in die Fiederchen fort; in vollständiger Weise in die Geschlechtsfiederchen, unvollständig in die stets steril bleibenden Mundfiederchen.

Beim Anfertigen horizontaler Schnittserien erhält man immer in der Nähe der Mundscheibe in verschiedenen Richtungen gelegte Durchschnitte der über die Scheibe herüber gekrümmten Mundfiederchen. Wir haben einen solchen Schnitt in Fig. 284 gezeichnet; der Körper des Fiederchens ist quer durchschnitten, während die Verbindungsstelle mit der Mundscheibe horizontal getroffen ist. Man sieht sofort, dass die Skelettstücke (*a*), die Muskeln (*b*) und der Gefässnerv (*c*) sich genau so verhalten, wie in den Armen und den Geschlechtsfiederchen. Der Dorsalcanal (*e*) zeigt, wie wir später sehen werden, hie und da Wimperbecher; er ist durch einen, häufig von Lacunen durchsetzten Boden von einem unteren, einfachen Canal getrennt (*f*), welcher den beiden Seitencanälen der Arme entspricht. Unter diesem einfachen, oft von

Bindegewebsbrücken durchsetzten Canale finden sich noch zwei Lücken (*g*), welche der Peritonealhöhle angehören, von den Fortsetzungen der Tegumente umgeben sind, die auf den Scheibenrand übergehen und von Gefässen durchschwärmt sind, in welche sich ein Kelchporus (*h*) öffnet. Die verticale Scheidewand, die Geschlechtsröhre mit ihren Umgebungen, die Epithelialgebilde der Tentakelfurche und die Tentakeln selbst fehlen vollständig in diesen sterilen Mundfiederchen. Die tiefere Hautschicht verhält sich durchaus so wie in dem übrigen Tegumente.

Geschlechtsfiederchen und Geschlechtsorgane. — Die Geschlechtsfiederchen sind Arme in Miniatur; es finden sich darin, allmählich gegen das Distalende abnehmend, alle Bildungen wie in den Armen. So lange die Geschlechtsorgane noch nicht in Activität getreten sind, findet sich nur ein Unterschied in der Ausbildung von Wimperbechern (e^1, Fig. 285) an der Rückenwand des Dorsalcanales in Gestalt runder Grübchen, die gegen das Lumen des Canales weit geöffnet sind, am Grunde aber so eng werden, dass man oft eine kleine, in die Gewebe führende centrale Oeffnung zu sehen glaubt. Von oben gesehen, zeigen diese Becherchen genau dieselbe Structur, wie die Oeffnungen der Kelchporen oder der Hydrophorcanäle; dasselbe ringförmig geordnete Epithelium mit grossen, länglichen und gekörnten Kernen und Wimpercilien. Man könnte die Becherchen als unausgebildete Hydrophorcanäle auffassen. Sie finden sich vorzugsweise in Gruppen oder Längsreihen von etwa einem Dutzend an denjenigen Stellen, wo die in Activität tretende Geschlechtsröhre anschwillt.

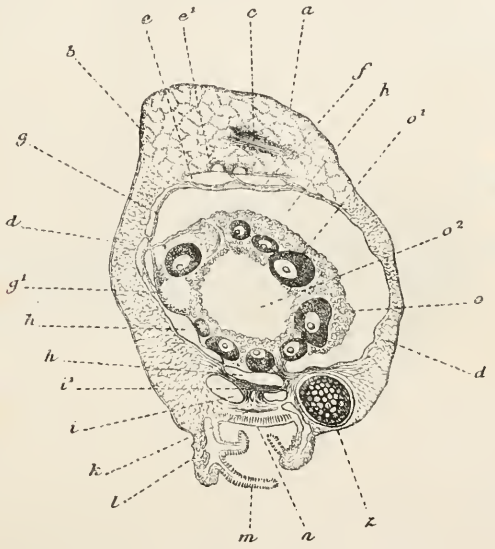
Die Geschlechter sind getrennt, lassen sich aber nur im Reifezustande unterscheiden. Es hat uns geschienen, als seien die Zellen der Geschlechtsröhren im Ruhezustande etwas kleiner bei den Männchen, doch haben wir nicht genug vergleichende Beobachtungen anstellen können, um diese Thatsache festzustellen.

Wie dem auch sei, so schwillt der in dem Fiederchen enthaltene Theil der Geschlechtsröhre zur Brunstzeit bedeutend an, die innere Höhlung erweitert sich und ist von verdickten Wänden umgeben, in welchen die Zellen gewachsen sind und nun deutlich Zellenhaut, Protoplasma und einen hellen Nucleus und Nucleolus unterscheiden lassen. Erst in dieser Periode differenzirt sich der Inhalt. Das Protoplasma der Eierchen wird zu einem körnigen Dotter (Fig. 285), während der Kern (das Keimbläschen) und der Nucleolus (Keimfleck) noch unverändert hell bleiben. Aber zur Reifezeit wird die Eihaut dicker und zeigt doppelte Conturen; in dem Keimbläschen zeigen sich Züge verdickten Protoplasmas, Bälkchen und Areolen und in dem Keimfleck sehr kleine, stark lichtbrechende Körperchen, die Fetttröpfchen ähnlich sehen. In diesem Zustande drängt das Ei mehr und mehr an die Oberfläche, um, wie es scheint, durch Dehiscenz auszutreten, doch bleibt es mit seinen Hüllen noch an der Haut kleben. Nach

dem Austritte der Eier sieht man rundliche Löcher mit erhabenen, wie vernarbten Rändern, von denen es zweifelhaft ist, ob sie vorgebildet waren oder nicht.

Wir haben die Entwickelung der Samenzellen nicht vollständig verfolgen können. Sie bleiben kleiner als die Eichen und zur Reifezeit findet man in der Anschwellung der Geschlechtsröhre einen in den sehr verdünnten Wänden eingeschlossenen Sack, in dessen Innerem man nach der Peripherie hin ausstrahlende Linien sieht (Fig. 286 a. f. S), die inneren Falten der Sackhaut entsprechen, welche mit Körnern besetzt sind. Diese Körner sind die Köpfe der Spermatozoen und wohl aus den Kernen der Spermazellen entstanden, die zusammengeflossen

Fig. 285.



Querschnitt eines weiblichen Fiederchens (Eierstock). Zeiss, Oc. 2, Obj. C. *Cam. lucid.* *a*, Epidermis; *b*, Kalksubstanz; *c*, Centralgefässnerv; *d*, Tegumente; *e*, Gefässcanal; e^1, Wimperbecherchen; *f*, doppelter Boden, einen Theil des Seitencanales *g* einschliessend; g^1, Befestigungsstelle der Geschlechtsröhre; *h*, Geschlechtslacune; *i*, Wassergefässsystem; i^1, Bänder, Scheidewände bildend; *k*, unterepitheliale Faserschicht; *l*, Tentakel; *m*, Papille; *n*, Epithelium der Furche; *o*, Substanz der Geschlechtsröhre; o^1, Eier in verschiedenen Entwickelungszuständen; o^2, inneres Lumen der Geschlechtsröhre; *z*, Zooxanthelle.

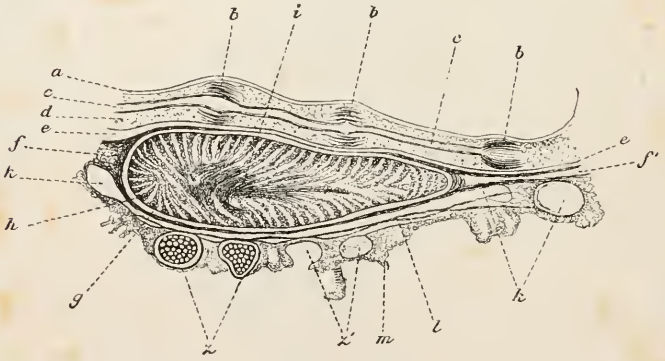
sind. In der Mitte dieses Hodensäckchens findet man zusammengewickelte, einem dicken Kleister ähnliche Samenmassen, die aus stecknadelförmigen Spermatozoen gebildet sind. Der Samen tritt durch vorgebildete runde, auf einer warzenförmigen Erhöhung befindliche Oeffnungen aus, die mit einem Pflasterepithelium ausgekleidet sind und

sich auf der dem Arme zugewendeten Fläche des Fiederchens befinden. Wir besitzen Präparate, wo der Samen durch diese Oeffnungen austritt.

Jickeli hat bei geschlechtsreifen Haarsternen Umschlingungen beobachtet, die er für eine Art Copulation hält. Die Individuen, welche Eier und Samen austreten liessen, blieben wenigstens 24 Stunden mit verschlungenen Armen. Nach der Copulation fielen die Arme und die Fiederchen ab, was übrigens bei Thieren, die in Gefangenschaft gehalten werden, nicht selten geschieht.

Es ist bekannt, dass die reifen befruchteten Eier sich zuerst in eine durch Wimperreifen schwimmende Larve verwandeln, welche sich nach einigem Umherschwärmen mittelst eines Stieles festsetzt. In diesem Zustande lernte man sie zuerst kennen und nannte sie *Pentacrinus europaeus*. Später wirft die *Comatula* den Stiel ab und kriecht umher.

Fig. 286.



Längsschnitt eines männlichen Fiederchens (Hoden). Zeiss, Oc. 1, Obj. A. *Cam. lucid.* *a*, Epidermis; *b*, Muskeln; *c*, Gefässnerv; *d*, Kalksubstanz; *e*, Dorsalcanal; *f*, Geschlechtsröhre, distale Fortsetzung; f^1, dieselbe, proximale Fortsetzung gegen die Scheibe hin; *g*, Eigenhülle des Samensackes; *h*, innere Strahlenfalten des Sackes; *i*, Samenmassen in der Höhle; *k*, Wassergefässsystem; *l*, Faserschicht mit Erweiterungen; *m*, zusammengekrümmte Tentakel; *z*, Zooxanthellen; z^1, von verloren gegangenen Zooxanthellen eingenommene Höhlen.

Eine letzte Frage betrifft den Ursprung der Geschlechtsröhren. Wo entstehen diese zehn Röhren mit ihren Nebenbildungen, welche die Arme durchsetzen und in den fruchtbaren Fiederchen mit Entwickelung ihrer Producte zu Hoden und Eierstöcken anschwellen? Die Frage kann bei erwachsenen Thieren nicht gelöst werden. Wir haben die Röhren, die sehr fein und zart werden, sowohl auf horizontalen (*w*, Fig. 266) als auch verticalen Schnitten bis in die Nähe des schwammigen Gewebes verfolgen können, wo wir sie aber regelmässig in dem Labyrinthe von Gefässen und Fasern aller Art verloren.

Die Untersuchungen von Edm. Perrier haben diese Verhältnisse aufgeklärt und die Gefälligkeit unseres Collegen hat uns in den Stand gesetzt, die von ihm gemachten Beobachtungen vollständig zu bestätigen. Das Dorsalorgan zeigt sich schon sehr früh bei jungen Comatulen in derselben Gestalt und Lagerung wie bei den erwachsenen; es reicht bis in die Nähe des Mundes und endigt hier mit einer hakenförmigen Umbiegung, in welcher man kleine Zellen mit Kernen und Kernkörperchen findet, die sehr kleinen Eichen ähnlich sehen. Dieser eiertragende Haken schien uns von dem Axenstrange mit seinen Drüsenzellen durch einen kurzen Canal getrennt, der keine besonders differenzirte Zellen aufzuweisen hatte. In dem Maasse, wie die junge *Comatula* ihre Arme entwickelt, wachsen von dem Eierhaken Knospen hinein, die sich in zehn Zweige theilen. Der gefässartige Canal, welchem diese Zweige entsprossen, theilt sich ebenfalls; die Gefässe ziehen sich aus und lassen sich von den Gefässen des Schwammgewebes nicht mehr unterscheiden. Wir wiederholen, dass wir bei Untersuchung von Perrier's Präparaten mit Bestimmtheit sowohl das Dorsalorgan mit seiner einfachen, hakenförmig gekrümmten, genitalen Endknospe als auch andere Präparate gesehen haben, wo mehrere Zweige gebildet waren, die nur bis in den Anfang der Arme reichten. Wir finden also hier einen ähnlichen Vorgang wie bei dem Wassergefässsysteme, wo die Gefässe des Schwammgewebes sich ebenfalls zwischen die Kelchporen und die Hydrophorcanäle einschieben, wie es hier zwischen die Geschlechtsröhren und das Dorsalorgan geschieht.

Dies sind die von uns beobachteten Thatsachen. Hinsichtlich der Bedeutung, welche ihnen Perrier giebt, müssen wir unsere Vorbehalte machen. Er betrachtet das Dorsalorgan als den Stolo eines sterilen, centralen Individuums, der erst in den Fiederchen der Arme, die er als geschlechtliche Individuen auffasst, productiv wird. Es scheint uns, man könne auch eine andere Ansicht vertheidigen, nach welcher die Geschlechtsproducte der *Comatula* sich im Inneren von Gefässcanälen entwickeln, die mit dem Dorsalorgane, als Mittelpunkt einer eigenthümlichen Specialisation des Gefässsystemes, in directer Verbindung stehen. Jedenfalls lässt sich, unserer Meinung nach, die ursprüngliche, durch ein kurzes Gefäss hergestellte Verbindung der Geschlechtsröhren mit dem Dorsalorgane nicht in Abrede stellen.

Wir müssen um so mehr von den Parasiten der *Comatula* reden, als die pflanzlichen Schmarotzer, unserer Ansicht nach sehr mit Unrecht, als integrirende Körperbestandtheile dieser Thiere angesehen wurden.

In erster Linie findet man meist auf der Scheibe ein oder mehrere Myzostomen, welche das Thier nicht weiter zu belästigen scheinen.

Diese Schmarotzer fallen leicht ab; sie sind nur an die Tegumente angeklammert, die an der Sitzstelle etwas gebleicht und erweicht scheinen.

Zweitens haben wir in den Schnitten, welche von Individuen aus dem Golfe von Neapel angefertigt wurden (nicht bei solchen von Marseille), Stücke von Schmarotzern gefunden, die offenbar Krustenthiere und wahrscheinlich Copepoden waren. Wir haben Panzerdurchschnitte in den Zwischenräumen der Basalstücke des Kelches, in der Nähe der Wurzel des Dorsalorganes, tief in das Bindegewebe eingebohrt gefunden, ferner in den Tegumenten der Kelchwände und in der Scheibe, wo die Haut dadurch warzenförmig aufgetrieben war, endlich, aber nur selten, in den Armen zwischen den gelben Körpern. Da wir die Bruchstücke nur in Schnitten fanden, können wir keine Beschreibung des Schmarotzers geben, auf den wir künftige Forscher aufmerksam machen wollen.

Endlich findet man bei allen Comatulen ohne Ausnahme, woher sie auch kommen mögen, in den weichen Theilen der Tegumente, oft auch in den Darmwänden, im Mesenterium und in dem Schwammgewebe runde, kugelförmige Körper, gelbe Körper genannt, über deren Bedeutung die Ansichten der verschiedenen Forscher sehr aus einander gehen. Wir bezweifeln nicht, dass diese gelben Körper Parasiten oder vielmehr Symbionten sind und zu jenen Algen gehören, die mit einer Menge von Seethieren in Symbiose leben und mit dem allgemeinen Namen der „Zooxanthellen" bezeichnet werden.

Die amöbenartigen Sporen dieser Zooxanthellen wandern in die Larven ein, wenn diese noch im Meere schwimmen. Götte hat sie aus dieser Zeit als gelbe, keulenförmige, contractile Zellen beschrieben, die einen Kern besitzen und deren dickeres Ende oft noch über die Epidermis hervorragt, in der man sie stets findet. Diese Zellen dringen tiefer in die Gewebe ein, runden sich ab und entwickeln in ihrem Inneren ein oder zwei gefärbte Ballen, welche sich in Körner theilen, die zusammenkleben. Diese vereinigten Körnerballen besitzen nach Perrier lange feine Schwänze, sind also offenbar Zoosporen. In diesem Zustande zeigen die Zooxanthellen noch amöbenartige Bewegungen, die von ihrem farblosen Protoplasma ausgehen und werden, ausser von ihrer Zellenwand, noch von einer Kapsel umgeben, welche von den Geweben gebildet wird. In diesem eingekapselten Zustande findet man sie, wie wir schon erwähnten, besonders in den weichen Geweben der Tentakelfurchen, der Umgebungen von Mund und After, aber auch in den Tegumenten der Scheibe und in den Wänden der Mundhöhle und des Magens. Oft sieht man auch an den genannten Orten nur einige zerstreute Körner, die noch nicht eingekapselt sind und Abkömmlinge der Zooxanthellen zu sein scheinen, die im Begriffe stehen, sich in die Gewebe einzubohren.

Die Zahl dieser gelben Körper wechselt ausserordentlich. Wir haben Comatulen gefunden, die nur sehr wenige enthielten; meist sind die Kugeln in zwei Parallelreihen längs der Tentakelfurchen gelagert, und da sie stets zwischen den zu den Tentakeln gehenden Wassergefässen sich in die Gewebe einbohren, so alterniren sie, wie die Tentakeln. In anderen Fällen häufen sie sich dergestalt an, dass die umliegenden Gewebe sich verändern und verdrängt werden.

Perrier hatte schon die Drüsennatur dieser gelben Körper aus dem Grunde bestritten, weil er niemals Ausführungsgänge gesehen hatte; Ludwig sprach ihnen die Bedeutung von Hautdrüsen ab, indem er sich auf ihre Anwesenheit im Schwammgewebe und in den Darmwänden stützte. Seither hat man die so zahlreichen Fälle von Symbiose niederer Thiere mit Algen kennen gelernt und da Brandt ähnliche Algen bei anderen Echinodermen (Holothurien, Echinocardium) gefunden hat, so theilten wir unsere Ansichten Herrn Brandt mit, der sich damit einverstanden erklärte, vorbehaltlich weiterer Versuche mit Jod und Bacterien, die ihm noch nicht ganz genügende Resultate gegeben haben.

Die freien Comatuliden (*Antedon*, *Actinometra* etc.) zeigen nur sehr geringe, kaum nennenswerthe anatomische Verschiedenheiten von dem gewählten Typus. Wir machen nur auf eine von Semper bei einer Art von den Philippinen gemachte Beobachtung aufmerksam, wonach hier die Genitalröhren schon innerhalb der Arme, an der Basis der Fiederchen, zu Hoden resp. Eierstöcken anschwellen, während dies bei den anderen Arten erst in den Fiederchen der Fall ist.

Anders verhält es sich mit den festsitzenden Crinoïden, die den Boden der alten Meere stellenweise bedeckten und auch jetzt noch in grossen Tiefen zu finden sind. Mit Ausnahme des Skelettes, dessen zahlreiche und wichtige Modificationen wir hier nicht weiter behandeln können, ist ihre Anatomie nur wenig gefördert, und die Kenntnisse, die wir davon haben, beruhen wesentlich auf zwei Abhandlungen, derjenigen schon älteren von Joh. Müller über *Pentacrinus caput Medusae* und einer neueren von H. Ludwig über *Rhizocrinus Lofotensis*, der zuerst im Meere um Norwegen, später aber auch anderwärts gefunden wurde. Es geht aus diesen Arbeiten hervor, dass die Organe der Scheiben, der Arme und Fiederchen denen der Comatulen sehr ähnlich gebaut sind. Der Darm, das Epithelium der Tentakelfurchen, die Armhöhlen mit der Geschlechtsröhre und deren Anschwellungen in den Fiederchen, die in die Tentakeln verzweigten Wassergefässe könnten unverändert auf *Comatula* übertragen werden. Ausserdem aber haben sich bei den Seelilien Organisationen dauernd erhalten, welche bei den Comatuliden nur vorübergehend im Jugendzustande auftreten. Es findet sich nur ein Kelchporus, welcher durch einen Sack mit dem Hydrophorcanale verbunden ist; statt eines scheinbaren Peritonealsackes finden sich nur vereinzelte Bindegewebsbrücken, welche die Körperhöhle durchsetzen und den Darm an den Leibeswänden befestigen. Das Dorsalorgan steigt bis in den Stiel hinab, umgeben von den zu Röhren verlängerten Höhlen des gekammerten Organes, die ihrerseits von Nervenzügen begleitet werden, welche Scheiden bilden und von einem Centralnervensystem ausgehen, das sich wie bei den Comatuliden

verhält. Diese Organisation bildet eines der schönsten Beispiele der Erhaltung embryonaler Charaktere bei erwachsenen Thieren.

Literatur. — C. F. Heusinger, Anatomische Untersuchung der *Comatula mediterranea*. Zeitschr. f. organische Physik, Bd. III, 1828. — F. Dujardin, *Recherches sur la Comatule de la Méditerranée. L'Institut*, T. III, 1835. — Joh. Müller, Ueber den Bau des *Pentacrinus caput Medusae*. Abhandl. Akad., Berlin, 1841. — Ders., Ueber den Bau der Echinodermen, ibid. 1853. — Wyville Thomson, *On the embryogeny of Antedon rosaceus. Philosoph. Transact.*, T. CLIII, 1865. — William B. Carpenter, *Researches on the structure, physiology and developpement of Antedon rosaceus. Philosoph. Transact.*, T. CLVI, 1866. — Ders., *Addendum. Ann. and Magaz. Nat. hist.*, 1876. — Ders., *On the structure, physiology and developpement of Antedon rosaceus. Proceed Royal Soc.*, Nr. 166 und 169, 1876. — Ders., *On the nervous system of the Crinoidea*, ibid., 1884. — M. Sars, *Mémoire pour servir à l'histoire des Crinoïdes vivants*, Christiania 1868. — R. Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. Sitzungsberichte der Gesellschaft zu Marburg, Bd. I, 1871, II und III, 1872. — Ders., Ueber den Bau der Crinoiden, ibid., 1876. — Ders., Ueber das Herz der Crinoiden, ibid., 1876. — Metschnikoff, Entwickelung von *Comatula*. Bullet. Acad., Saint-Pétersbourg, T. XV, 1871. — Ders., Studien über die Entwickelung der Echinodermen, ibid., Bd. XIV, 1869. — Edmond Perrier, *Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea. Archiv. zool. expériment.*, T. II, 1872. — Ders., *Sur un nouveau Crinoïde fixé, le Democrinus Parfaiti. Comptes rendus*, 1883. — Ders., *Sur le développement des Comatules*, ibid., février 1884. — Ders., *Anatomie des Echinodermes; sur l'organisation des Comatules adultes*, ibid., juin 1884. — Ders., *Sur le développement de l'appareil vasculaire et de l'appareil génital des Comatules*, ibid., T. VI, Nr. 7, 1885. — C. Semper, Kurze anatomische Bemerkungen über *Comatula*. Arbeit. zool. Instit., Würzburg, Bd. I, 1874. — P. Herbert Carpenter, *Remarks on the anatomy of the arms of the Crinoïds. Journ. Anatom. and Physiol.*, T. X, 1876 and T. XI, 1876. — Ders., *On the genus Actinometra, Transact. Linnean Soc.*, 2. Serie, Zool., T. II. — Ders., *On the Comatulae of the Challenger Expedition. Proc. Roy. Soc.*, 1879. — Ders., *The minute anatomy of the brachiate Echinoderms. Quart. Journ. Microscop. Soc.*, T. XXI and XXIII. — Alex. Götte, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. Arch. mikrosk. Anatomie, Bd. XII, 1876. — Hubert Ludwig, Zur Anatomie der Crinoideen. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXVI, 1877. — Ders., Beiträge zur Anatomie der Crinoideen, ibid., Bd. XXVIII, 1877. — Ders., Zur Anatomie des *Rhizocrinus Lofotensis*, ibid., Bd. XXIX, 1877. — Ders., Ueber den primären Steincanal der Crinoideen nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen, ibid., Bd. XXXIV, 1880. — Reinhold Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. I. *Comatula mediterranea*. Jenaische Zeitschr., Bd. X, 1876. — Carl Jickeli, Vorläufige Mittheilungen über den Bau der Echinodermen. Zoolog. Anzeiger. VII. Jahrg., 1884. — Ders., Ueber einen der Begattung ähnlichen Vorgang bei *Comatula mediterranea*, ibid.

Classe der Seesterne (*Asterida*).

Das Skelett dieser in der Richtung der Mundaxe abgeplatteten Stachelhäuter kennzeichnet sich durch einzelne, mit einander eingelenkte Stücke, welche auf der Bauchseite Ringe bilden, die sich in der Richtung der Strahlen an einander lagern, während die Rückenseite mit sehr verschieden gestalteten Kalkstücken, Stacheln, Haken, Platten Warzen etc. besetzt ist. Die mit einander eingelenkten Ringe lassen auf der Mittellinie der Bauchseite in den Strahlen eine Rinne bestehen, in welcher die Ambulacren hervortreten, die mit zahlreichen inneren Bläschen in Verbindung stehen, welche zum Wassergefässsystem gehören. Bei den eigentlichen Seesternen oder Stelleriden ist diese Rinne weit offen und setzt sich, allmählich an Breite abnehmend, bis zur Spitze der Strahlen fort; sie ist nur von einem besonders gestalteten Epithelium bedeckt. Wir finden also bei den Stelleriden wahre Ambulacralfurchen, welche sich auf der Scheibe bis zu den Winkeln des meist fünfeckigen Mundes fortsetzen. Bei den Schlangensternen oder Ophiuriden entwickeln sich aber im Tegumente besondere Kalkplatten, sogenannte Subambulacralplatten, die fest mit einander verbunden sind, so dass die Ambulacren nur seitlich aus zwischen den Ringen befindlichen Löchern austreten können und man auf der Aussenfläche keine Ambulacralfurche sieht. Bei allen Asteriden liegt der Mund auf der Bauchfläche im Mittelpunkte der Scheibe, wo die Ambulacralfurchen zusammenfliessen; er ist meistens von besonderen Skelettstücken umgeben und führt in einen weiten Magen mit gesonderten Wänden, der in gefülltem Zustande fast die ganze Leibeshöhle anfüllt. Die Leibeshöhle setzt sich in die Strahlen fort, die meist in der Fünfzahl vorhanden sind, oft aber auch in grösserer Zahl sich ausbilden und in seltenen Fällen sich verästeln können (Euryaliden). Bei den Stelleriden setzen sich Blindsäcke des Magens in das Cölom der Strahlen fort, während bei den Ophiuriden das Verdauungssystem auf die Scheibe beschränkt bleibt. Ein stets rückenständiger After findet sich bei den meisten Stelleriden; er geht einem Theile derselben und allen Ophiuriden ab. Ein kurzer Mastdarm führt direct aus dem Magen zum After. Das Wassergefässsystem ist zwar in Beziehung auf seine Verbindungen mit den Ambulacren bei allen nach demselben Grundplane gebildet, zeigt aber in Einzelheiten wesentliche Verschiedenheiten. Bei den Ophiuriden liegen die stets mehrzähligen Madreporenplatten auf der Bauchseite neben dem Munde, während die meist einfache Madreporenplatte der Stelleriden sich auf der Rückenseite findet. Bei diesen letzteren sind auch die inneren, mit den Ambulacren in Ver-

bindung stehenden Säckchen äusserst zahlreich, während sie bei den Ophiuriden durchaus fehlen. Die Stelleriden haben auf der Rückenfläche zahlreiche Hautwärzchen, die den Ophiuriden abgehen. Wassergefäss- und Nervensystem sind etwa gleich gebaut; doch haben die Stelleriden allein Augen am Ende ihrer Strahlen. Die Geschlechtsorgane bestehen stets aus mehr oder minder verästelten Röhren; aber bei den Stelleriden münden sie fast immer in den Interradialräumen direct auf der Rückenfläche aus, während sie bei den Ophiuren sich in Säckchen öffnen, die durch an der Wurzel der Arme auf der Bauchfläche gelegene Schlitze nach aussen münden. Die Entwicklung bietet zahlreiche und sehr weitgehende Unterschiede. In beiden Abtheilungen giebt es Arten mit abgekürzter Entwicklung, die gewöhnlich in einer Bruttasche der Mutter sich abspielt und zuletzt der Mutter ähnliche Junge hervorbringt; aber bei den meisten bilden sich bilaterale Larven, die frei in dem Meere schwimmen und die definitive Form in sich erzeugen. Nun hat aber bei den Larven der Stelleriden, die als *Brachiolarien* und *Bipinnarien* bekannt sind, der Schlund der Larve anfänglich durchaus nichts mit der Wassergefässrosette zu thun, aus welcher der Seestern sich hervorbildet, während bei den *Pluteus* genannten Larven der Ophiuriden, die denen der Seeigel ähnlich sehen, die Rosette sich als Ring um den Schlund der Larve bildet.

Wir unterscheiden zwei Ordnungen in dieser Classe:

1) Die Stelleriden, deren Strahlen nicht von der Scheibe abgesetzt sind, mit offenen Ambulacralfurchen auf der Bauchfläche. Beispiele: *Asterias*, *Solaster*, *Asterina*, *Culcita*, *Astropecten*, *Brisinga*.

2) Die Ophiuriden mit von der Scheibe scharf abgesetzten Armen ohne Ambulacralfurchen. Beispiele: *Astrophyton*, *Astronyx*, *Ophioderma*, *Ophiolepis*, *Amphiura*, *Ophiocoma*, *Ophiothrix*.

Typus: *Astropecten aurantiacus* (L.). Die durch ihre schöne orangegelbe Farbe ausgezeichnete Art findet sich in allen Meeren Europas. Man kann sie aus den meisten zoologischen Stationen beziehen. Tiedemann (s. Literatur) hat sie unter dem Namen des pomeranzenfarbigen Seesternes (*Asterias aurantiaca*) in ausgezeichneter Weise bearbeitet. Unsere Exemplare stammen von Cette, Marseille und Neapel.

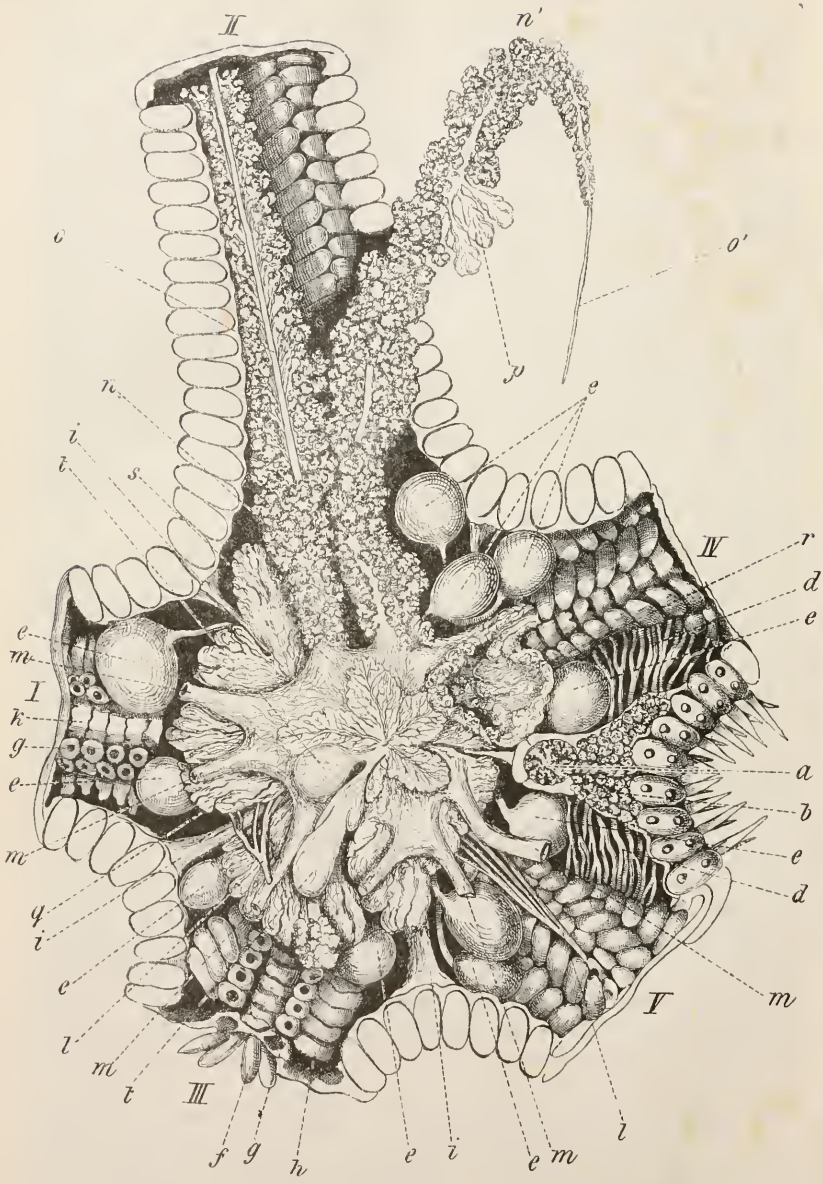
Orientirung. Für die anatomische Beschreibung orientiren wir den Seestern in folgender Weise. Die Bauchseite, in deren Mitte sich die Mundöffnung befindet, ist die untere Seite, die entgegengesetzte Fläche die obere oder Rückenseite. Dies entspricht übrigens der normalen Stellung des Seesternes; er kriecht mittelst seiner Ambulacren auf der Bauchfläche und macht grosse Anstrengungen, um sich umzudrehen, wenn man ihn auf den Rücken legt.

Der Seestern kriecht ohne Unterschied in der Richtung eines seiner Strahlen vorwärts, deren Enden er aufwärts biegt. Es giebt also für ihn kein vorn und kein hinten. Untersuchen wir aber die Rückenseite, so sehen wir bei den meisten Arten, wie bei unserer typischen, in einem Winkel zwischen zwei Strahlen eine rundliche Platte, welche von gewundenen Rinnen durchfurcht, von Löchelchen durchbohrt und von den kalkigen Bürstenkämmen entblösst ist, welche sonst die Rückenfläche bedecken. Dies ist die Madreporenplatte. Eine von dieser Platte durch das Centrum der Scheibe und die Mitte des gegenüberstehenden Strahles gezogene Linie bezeichnet eine senkrechte Ebene, welche den Seestern in zwei gleiche Hälften theilt, deren jede aus zwei seitlichen Strahlen und der Hälfte des getheilten, vorderen Strahles besteht; die hinten gelegene Madreporenplatte ist ebenfalls getheilt. Auf diese Weise sind auch rechte und linke Seite bestimmt. Man kann die Strahlen numeriren, indem man den unpaaren vorderen Strahl mit eins, die beiden nächsten Strahlen mit zwei und drei, die hinteren mit vier und fünf bezeichnet.

Wir wiederholen das schon bei *Comatula* Gesagte; diese Orientirung ist rein anatomisch.

Präparation. Nachdem man das Thier mit Chloroform, verdünntem Weingeist, Salpetersäure oder irgend einem anderen Mittel getödtet oder wenigstens betäubt hat, stösst man auf der Rückenfläche eines Strahles in einiger Entfernung von seinem Ursprunge das spitze Blatt einer starken Scheere ein und trennt die Haut längs des inneren Randes der bestachelten Seitenplatten bis gegen die Spitze hin. Dann setzt man den Schnitt nach der Scheibe hin fort, hier aber in einiger Entfernung von dem Rande der Platten, um nicht die in den Winkeln zwischen den Strahlen ausmündenden Geschlechtsorgane zu verletzen. Man löst so die harte und spröde Haut zuerst von einem Strahle ab und schlägt sie um, wobei man zahlreiche Brücken und Bänder von Sehnengewebe durchschneiden muss. In der Mitte der Strahlenwinkel findet man den grössten Widerstand, da hier nach innen vorspringende starke, senkrechte Scheidewände von fester Sehnensubstanz die Rückenhaut mit der Bauchfläche verbinden. Man fährt in dieser Weise an den Strahlen und der Scheibe fort, indem man das Messer zur Lösung der Anheftungen stets hart an dem Tegumente führt, was besonders bei den in den Strahlen gelegenen Blinddärmen nöthig ist, die mit einem starken mittleren Sehnenbande an der Rückenhaut befestigt sind. Ist man endlich bis zur Madreporenplatte gelangt, so umgeht man dieselbe in der Entfernung von einigen Millimetern mit einem Kreisschnitte, um nicht die davon ausgehenden Organe zu verletzen. Hat man die Rückenhaut in dieser Weise abpräparirt, so braucht man nur die Organe unter Wasser etwas auszubreiten, wie wir dies in Fig. 287 (a. f. S.) gethan haben. Um den Steincanal und die mit ihm zusammen-

Fig. 287.



Diese Figur ist, wie die nachfolgenden der, typischen Art, *Astropecten aurantiacus*, entnommen. Der Seestern ist von der Rückenseite her geöffnet und die Tegumente in ihrer ganzen Ausdehnung weggenommen, mit Ausnahme eines kleinen Stückes

hängenden Organe in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen, muss man den Magen mit seinen Blinddärmen durch einen Kreisschnitt nahe am Munde ablösen und entfernen. Man erhält so ein Präparat ähnlich dem Fig. 290 abgebildeten, welches das Wassergefässsystem und die damit verbundenen Organe zeigt.

Man kann nach der früher beschriebenen Methode das Wassergefässsystem einspritzen, was freilich nur schwer gelingt. Wir verdanken einem unserer Schüler, Hrn. Jacquet, schöne in der zoologischen Station zu Neapel angefertigte Injectionen. Man muss die Canüle an dem Orte einstossen, wo der Steincanal sich umbiegt und dem Boden der Leibeshöhle anschmiegt. Die Injection wird durch den Umstand erschwert, dass das Wassergefässsystem vollständig mit Flüssigkeit erfüllt ist, welche von der injicirten Masse vor sich her getrieben wird, die inneren Ambulacralsäckchen anfüllt und sie schliesslich zum Bersten bringt. Es ist uns nicht gelungen, andere Organe, z. B. die Canäle um das Dorsalorgan zu injiciren und wir haben uns wohl gehütet, dem Beispiele Tiedemann's zu folgen und Quecksilber, das die Canäle so leicht sprengt, zu Injectionen zu verwenden.

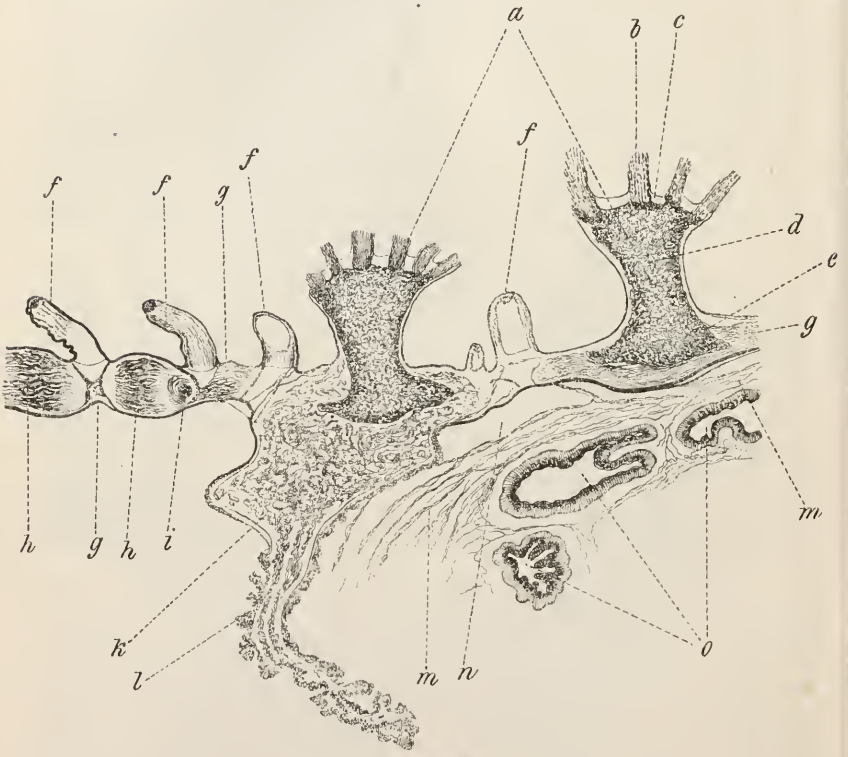
Für mikroskopische Untersuchungen wird man entkalken müssen, und zwar in der Weise, wie wir es für *Comatula* beschrieben haben, indem man stets gewöhnlichen Weingeist, mit einer geringen Menge Salpetersäure versetzt, anwendet. Da die Kalkstücke oft ziemlich dick sind, so muss man die Säure öfter wechseln und Geduld haben. Dasselbe Verfahren kann auch für viele makroskopische Präparate angewendet werden, wenn man weiche Theile verfolgen will, die in Kalkstücken versteckt sind, wie z. B., um die Beziehungen zwischen den Ambulacren und den inneren Säckchen bloss zu legen. Entkalkung, verbunden mit Färbung der Weichtheile durch Pikrocarmin, erleich-

zwischen der Madreporenplatte und den Seitenplatten im hinteren unpaaren Interambulacralwinkel. Vier Arme sind nahe an ihrem Ansatze an der Scheibe abgeschnitten; nur der zweite ist in grösserer Länge erhalten, um die Ausdehnung der Blinddärme zu zeigen, die in den anderen Armen nahe am Magen abgeschnitten sind. Alle Organe sind in normaler Lage; man hat am vierten Arme eine Magentasche geöffnet, um die Dicke der Wände und die innere Höhlung zu zeigen. Die Büschel der Genitalröhren sind nur in der Umgebung der Madreporenplatte erhalten worden, wo man auch die Zeichnung der Seitenplatten und der Stacheln ausgeführt hat. Natürliche Grösse. I bis V, die numerirten Arme; *a*, Madreporenplatte; *b*, mit Paxillen bedecktes Stück der Rückenhaut; *c*, Seitenplatten mit ihren Stacheln; *d*, Geschlechtsorgane; *e e*, Poli'sche Blasen; *f*, Ambulacren; *g*, innere Ambulacralsäckchen, geöffnet; *h*, dieselben, ganz; *i*, interambulacrale Scheidewände; *k*, mittlere Reihe der Armknöchelchen; *l*, sehnige Haftbündel des Magens zu den Armen; *m*, Blinddärme, an der Wurzel abgeschnitten; *n*, Blinddarm in normaler Lagerung im Arme; n^1, der entsprechende Blinddarm, abgelöst und zurückgebogen; *o*, Haftbündel des Blinddarmes zur Rückenhaut; o^1, Fortsetzung des blinddarmlosen Haftbündels bis zur Spitze des Armes; *p*, leere, durchsichtige Blinddarmfollikel; *q*, Magentaschen; *r*, geöffnete Magentasche; *s*, Magenrosette; *t*, Mastdarmblindsäcke.

tert solche Arbeiten sehr. Wenn es sich darum handelt, Schnitte an gehärteten Theilen zu machen, wird man die Thiere durch Einspritzung von Sublimat oder einprocentiger Chromsäurelösung in die Höhle eines Strahles tödten und so die inneren Gewebe vor der Entkalkung fixiren.

Tegumente und Skelett. Die Organisation dieser Theile ist ähnlich wie bei *Comatula*. Die Kalkstücke zeigen dasselbe Maschenwerk, durch dessen Lücken Fasern und Gefässe des Tegumentes hin-

Fig. 288.



Verticaler Durchschnitt der Rückenhaut an der Wurzel eines Armes. Verick, Obj. 0, *Cam. lucid.* *a*, zwei Paxillen; *b*, Stacheln derselben; *c*, Haut zwischen den Stacheln der Paxillen; *d*, Stiel; *e*, Wurzel der Paxille; *ff*, der Länge nach angeschnittene Hautröhrchen; *g*, innere Oeffnung des Röhrchens, mit einer Haut in Form einer Sanduhr ausgekleidet; *g*, Faserhaut; *h*, Muskelbündel; *i*, Ecke einer Paxillenwurzel, durchschnitten; *k*, Verlängerung der Haut in die Anheftungssehne des Blinddarms; *l*, Epithelium; *m*, Mesenterium; *n*, Lückenraum; *o*, quer durchschnittene Darmfollikel.

durchtreten und sind ebenso aussen von Epithelialzellen bedeckt, die auf der Rückenseite abgeplattet, auf der Bauchseite etwas höher sind

und mit einer inneren Faserschicht in Verbinduug stehen, die vielleicht nervöser Natur ist. Was die Kalkstücke selbst betrifft, so finden sich nur secundäre Unterschiede in der Anordnung der Maschen, die in den grossen Stücken unregelmässig, in anderen, wie den Stacheln, den Nadeln der Paxillen etc., regelmässig geordnet sind. Die Haut selbst besteht aus meist gewellten Fasern, die häufig breite Lücken oder gefässartige Räume zwischen sich lassen, welche mit Fortsetzungen des Epithels der Leibeshöhle ausgekleidet sind, dessen kleine Kerne auf mit Pikrocarmin gefärbten und durch Glycerin aufgehellten Hautstückchen, die man von der Fläche betrachtet, sofort in das Auge fallen. Die innere Hautschicht ist aus dichteren Fasern gewebt, die sich unmittelbar in die Mesenterien fortsetzen. Wir können hier auf *Comatula* zurück verweisen.

Die Rückenfläehe des Seesternes ist mit Paxillen bedeckt (*a*, Fig. 288). Man nennt so kleine Kalksäulchen, die mit einer erweiterten Scheibe in der Dicke der Haut sitzen und einen kurzen, festen, runden Stamm besitzen, der sich oben wieder scheibenartig erweitert und eine gewisse Anzahl von Stacheln in Form dünner Säulchen trägt, so dass das Ganze einen groben Bürstenkamm darstellt. Die Stacheln sind mittelst einer Hautlamelle auf der Scheibe etwas beweglich befestigt. Die Paxilleu berühren sich meist mit ihren verbreiterten Endscheiben und lassen an der Oberfläche wenig Raum zwischen sich; dagegen findet sich zwischen ihren Stammsäulen mehr Platz, der von den Endscheiben überwölbt ist, und hier trifft man die Hautröhrchen an, von welchen weiter unten die Rede sein soll.

Die Rückenfläche der Scheibe und der Arme zeigt keine weiteren besonderen Kalkgebilde, mit Ausnahme der Madreporenplatte. Die bei anderen Seesternen so häufigen Pedicellarien fehlen gänzlich bei Astropecten.

Die Strahlen sind beiderseits von zwei über einander liegenden Reihen in einander eingelenkter Kalkstücke, den oberen und unteren Randplatten eingefasst. Bei grossen Thieren können diese Stücke am Anfange der Strahlen etwa fünf Millimeter Höhe und Breite erreichen; sie stehen in den Zwischenwinkeln der Strahlen senkrecht, weiterhin etwas schief und nehmen nach der Spitze des Strahles zu an Grösse ab. Die unteren sind mit den oberen in der Weise eingelenkt, dass sie auf dem Durchschnitte des Strahles etwa ein Drittel des die Seiten einfassenden Ringes bilden. Jede obere Randplatte trägt zwei kurze, starke Stacheln auf der Rückenfläche. Die unteren Randplatten sind dagegen auf allen freien Oberflächen bürstenartig mit feinen Stacheln besetzt, die wie die Stacheln der Paxillen eingelenkt sind. Sie tragen ausserdem noch eine Reihe von vier bis fünf grösseren Stacheln, deren oberster und längster etwa die horizontale Mittelebene des Strahles bezeichnet; die auf der Bauchfläche

angebrachten Stacheln werden um so kleiner, je mehr sie sich der Mittellinie nähern.

Die Reihen der einander entsprechenden Randplatten eines Strahles bilden so auf dem Durchschnitte die zwei Pfeiler eines auf der Rückenseite von dem Tegumente mit seinen Paxillen und Röhrchen geschlossenen Gewölbes. Das Gewölbe ist aber auf der Bauchseite nicht vervollständigt, sondern vielmehr von einem zweiten inneren und unvollständigen Gewölbe ausgekleidet. Der Bauchrand der unteren Randplatten krümmt sich in der That nach innen ein und trägt hier jederseits ein etwas längliches Kalkstück von sehr complicirter Form, das mit breiter Basis aufsitzt und seine dünnere Spitze schief nach oben und innen wendet. Diese adambulacralen oder interambulacralen Stücke tragen ihrerseits wieder zwei etwas grössere, allerseits bearbeitete Stücke, die sich in der Mittellinie berühren und die Ambulacralstücke heissen. Diese Stücke bilden den schliessenden Spitzbogen des inneren Gewölbes, dessen Pfeiler auf der Bauchseite noch von besonderen Stützen verstärkt werden.

Diese beiden in einander geschachtelten Gewölbe schliessen zwischen sich die Leibeshöhle mit den Blinddärmen, den inneren Ambulacralbläschen etc. ein. Der bauchständige Ausschnitt bildet die Ambulacralfurche, in welcher sich zwei Reihen von Füsschen und die dazu gehörigen Gebilde finden.

Die einander zugekehrten Flächen der unteren Randplatten und der Ambulacralstücke lassen zahlreiche Lücken und Räume, wo sie sich nicht berühren, und die bald von Muskeln, bald von Wassercanälen, Sehnen und Faserzügen ausgefüllt sind.

In der Nähe des Mundes und der Enden der Strahlen erleiden die erwähnten Skelettstücke mancherlei Veränderungen, die wir bei Gelegenheit dieser Organe besprechen werden.

Die Hautröhrchen (*f*, Fig. 288) sitzen in grosser Zahl auf der Peripherie der Rückenfläche der Scheibe und der Strahlen auf. Sie fehlen auf der Mitte der Scheibe und auf der mittleren Längslinie der Strahlen. Man findet sie leicht bei dem lebenden Thiere, wenn man auf einem Hautstücke die Paxillen abkratzt oder halb abrasirt; auch auf senkrechten Quer- und Längsschnitten der Haut kann man sie sehen. Betrachtet man die Haut von der Fläche, so sieht man, dass die Faserbündel der Haut stellenweise aus einander weichen und Lücken wie Knopflöcher lassen, an deren Rändern die Röhrchen durch einige Faserbrücken befestigt sind. Zwischen dem Röhrchen und den Wänden des Knopfloches finden sich bedeutende Lückenräume. Die Untersuchung von senkrechten Schnitten lehrt (Fig. 288), dass die Epidermis ohne Unterbrechung auf das Röhrchen übergeht und dessen äusserste Schicht bildet, die sich nach der Spitze des Röhrchens zu sehr verdünnt. Das Röhrchen selbst ist ein conischer Schlauch, der bei seiner

grössten Ausdehnung die Höhe der Paxillen erreicht. Die Hauptmasse des Röhrchens wird von einer zweiten, dickeren Schicht gebildet, die unmittelbar mit der äusseren Schicht der Lederhaut zusammenfliesst. Diese Schicht des Röhrchens besteht aus grossen, gekörnten Zellen mit zahlreichen Kernen, die in welligen Längsreihen an dem Röhrchen geordnet sind und bei geringer Vergrösserung Bündeln von durch Zusammenziehung gerunzelten Längsmuskeln gleichen. Auf dem Gipfel des Röhrchens fliessen die Zellenreihen zu einer Art Haube zusammen (Fig. 289).

Die Höhlung des Röhrchens ist innen mit einer feinen Zellenwand ausgekleidet, die zahlreiche kleine Kerne zeigt; diese Schicht setzt sich direct in die mesenteriale Schicht der Lederhaut fort, mit welcher sie auf allen Seiten des Knopfloches zusammenfliesst und so eine Oeffnung lässt, welche in die Leibeshöhle mündet. Man kann sich also vorstellen, es sei das Röhrchen aus zwei in einander gesteckten Handschuhfingern gebildet, von welchen der äussere eine Fortsetzung der Epidermis und der äusseren Hautschicht, der innere eine Ausstülpung des peripherischen Mesenteriums ist.

Fig. 289.

Durchschnitt eines Hautröhrchens nahe am Ende. Verick, Obj. 6, *Cam. lucid.* *a*, verstopfender Zellenhaufen; *b*, äussere Zellenhaut; *c*, innere Haut; *d*, Höhle des Röhrchens.

Trotz vielfacher Längs- und Querschnitte haben wir uns nicht von der Existenz einer Oeffnung auf der Spitze des Röhrchens mit Sicherheit überzeugen können. Die neueren Forscher leugnen diese Oeffnung, während Tiedemann sogar Tröpfchen von Flüssigkeit aus der nach ihm unbestreitbaren Oeffnung bei dem lebenden Thiere hat austreten sehen. Wir haben diese Beobachtung bei lebenden, von Marseille erhaltenen Thieren, die freilich sehr abgeschwächt waren, nicht bestätigen können. Aber auf allen Schnitten haben wir stets in der Spitze der Röhrchen einen rundlichen Pfropf von kleinen Zellen gesehen, die sich nicht wie die anderen Gewebe färbten und eine gelbe Farbe und wachsartiges Aussehen hatten. Diese Pfröpfe könnten von der Coagulation der in den Röhrchen enthaltenen Flüssigkeit durch die Reagentien herrühren; aber ihre Constanz und ihre Zellenstructur spricht eher gegen diese Auffassung; wahrscheinlich gehen sie aus einer bedeutenden Verdickung des Endotheliums des Röhrchens hervor.

Vom Binde- und Muskelgewebe. Wir gestehen, dass wir trotz den Arbeiten unserer Vorgänger und in letzter Zeit Hamann's

keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Geweben anerkennen können. Die Formen der Zellen, der Kerne und der Fasern, welche in diese Gewebe eingehen, sind so mannigfaltig und gehen so vielfach in einander über, dass man in den meisten Fällen sehr zweifelhaft über die Stelle sein wird, wo man das Gewebe, das man vor Augen hat, einordnen soll.

Das typische Bindegewebe kommt besonders in der Haut und den Mesenterien vor. In einer homogenen Grundmasse haben sich sehr dünne Fäserchen differenzirt, welche sich kaum färben, Bündel oder verfilzte Netze bilden, und mit Spindel- oder Sternzellen in Verbindung stehen, welche runde oder eiförmige Kerne haben. Die Fasermasse ist oft so dicht, dass die Zellen in Lücken zu liegen scheinen. Zuweilen findet man auch sogenannte Wanderzellen ohne Faserausläufer, mit unregelmässigen Conturen, wie wenn sie Pseudopodien austrieben; doch haben wir niemals in frischen, von lebenden Thieren entnommenen und zerzupften Geweben gesehen, dass diese Zellen Formveränderungen erlitten hätten. Es mögen wohl in Bildung begriffene Bindegewebszellen sein.

In den Wänden des Wassergefässsystemes sieht man andere, kaum dickere Fasergebilde, welche sich häufig am Ende in mehrere, noch feinere Fäserchen auflösen, sich etwas mehr färben und feine Bündel, Netze und verfilzte Schichten bilden. Hamann nennt sie epitheliale Muskelzellen und behauptet, dass die Fasern bei jungen Individuen mit Epithelialzellen zusammenhängen. Bei erwachsenen Thieren ist das nicht der Fall und stets findet man darüber ausgebreitete Pflaster- oder Wimperepithelien, die vollkommen von den Fasern getrennt sind.

Endlich sieht man in den Tegumenten, den Ambulacren und besonders zwischen den verschiedenen Skelettstücken unverkennbare Muskelfasern, die sich stark färben und Bündel oder besondere verfilzte Ausbreitungen bilden. Die sehr langen Fasern dieser Muskeln sind dicker und zeigen hier und da noch anklebende, umgestaltete Kerne, während alles Protoplasma verschwunden ist. Die zwischen den Skelettstücken ausgespannten Muskeln zeigen parallele Bündel; wir beschreiben an den geeigneten Orten die Anordnung der in der Haut und den Mesenterien laufenden Bündel.

Wir betrachten alle diese Bildungen als Abkömmlinge des Bindegewebes, von welchen die einen ihre ursprüngliche Natur beibehalten haben, während die anderen, ohne Zweifel in Folge der Entwicklung ihrer Contractilität, sich dem echten Muskelgewebe schrittweise genähert haben.

Wir können in die specielle Beschreibung der Muskeln, welche die einzelnen Skelettstücke verbinden, nicht eingehen. Es genügt zu sagen, dass alle leer bleibenden Räume zwischen den Stücken mit Muskeln ausgefüllt sind, durch deren Contractionen die Stücke ein-

ander genähert oder von einander entfernt werden können und dass unter diesen Muskeln sich besonders diejenigen auszeichnen, welche zwischen den das innere Ambulacralgewölbe bildenden Stücken ausgespannt sind und durch ihre Zusammenziehungen und Ausdehnungen die Ambulacralfurche erweitern und verengern können. Andere Bündel besorgen die seitlichen Bewegungen, und was das Aufwärtsheben der Strahlen betrifft, so scheint dies besonders den starken, in dem Tegumente der Strahlen entwickelten Bündeln zugeschrieben werden zu müssen.

Verdauungssystem. Der innen runde Mund befindet sich in der Mitte der Scheibe auf der Bauchfläche. Er wird fast ganz von kleinen interambulacralen, in Bündel gestellten Stacheln bedeckt, so dass man bei einem lebenden, auf den Rücken gedrehten Seestern den Mund in Gestalt eines Sternes mit fünf engen strahligen Spalten sieht, die sich in die Ambulacralfurchen fortsetzen. Der Mund ist sehr ausdehnbar. Man findet oft in dem Magen mässig grosser Seesterne Muschel- und Schneckenschalen von mehreren Centimetern Länge, die ohne irgend welche Beschädigung verschluckt wurden und deren Inhalt verdaut ist.

Die längs der Ambulacralfurchen eingepflanzten Stacheln nähern sich in Folge der Vereinigung der Furchen im Munde und bilden fünf, aus vier oder fünf horizontal gestellten Stacheln zusammengesetzte Gruppen, die bis in die Mitte des Mundes vorragen. Tiedemann hat schon die Bemerkung gemacht, dass diese Stacheln trotz ihrer Aehnlichkeit mit horizontal gestellten Zähnen doch in keiner Weise zur Zerkleinerung der Beute mitwirken, da man die zartesten Stücke unversehrt im Magen findet. Da aber starke Muskeln sich an die Kalkstücke begeben, auf welchen diese Stacheln eingepflanzt sind, so können diese Stacheln durch ihre Aufrichtung den Mund weit öffnen und bei ihrer Niederlegung die gefasste Beute in die Magenhöhle hineinpressen helfen.

Die zahnförmigen Stacheln sind auf dem inneren, etwas erweiterten Rande eines eiförmigen Kalkstückes eingepflanzt, welche in der Mitte eine knopflochförmige Lücke zeigt, die von einer dicken Faserlage übersponnen ist. Entfernt man die kleinen Stacheln der Bauchfläche, so sieht man schon mit blossem Auge, dass dieses Stück aus zwei adambulacralen Stücken gebildet ist, die durch eine senkrechte Naht vereinigt sind. An jungen Individuen gefertigte Horizontalschnitte zeigen, dass die Lücke mit Muskelfasern ausgefüllt ist, ganz ähnlich wie bei den übrigen adambulacralen Stücken.

Um diese Theile von der Innenseite her untersuchen zu können, muss man die Tegumente und den Darm entfernen. Man sieht dann, dass das verlöthete Doppelstück, welches man den Stachelträger nennen könnte, in seinem peripherischen Theile von einer herz-

förmigen Kalkplatte bedeckt wird, an deren Spitze sich die interradiale Scheidewand festsetzt. Diese herzförmige Platte, welche mit dem Stachelträger durch starke Sehnen- und Muskelbündel verbunden ist, scheint uns aus der Verschmelznng zweier innerer Ambulacralfortsätze hervorzugehen, an welche sich übrigens auch starke, von der Scheidewand ausgehende Sehnenfasern festsetzen. Man hat dieses Stück das Odontophor genannt; bei unserer typischen Art hat es weder mit Zähnen, noch überhaupt mit dem Verdauungssystem irgend etwas gemein. Die Furche auf der Rückenfläche dieser Platte, die tiefe, mit Muskeln ausgefüllte Höhlung auf der dem Stachelträger zugewandten Fläche, sowie der Mangel weiterer Zwischengebilde lassen uns der oben angeführten Ansicht von Meckel beistimmen.

Darmcanal (Fig. 287). Um das System im Ganzen zu präpariren, hebt man sorgfältig das Rückentegument von der Scheibe und den Strahlen ab, und zwar wenigstens in einem Strahle bis zum äussersten Ende. Man schneidet längs des Innenrandes der Randplatten ein und schlägt die Haut zurück, indem man mit dem Scalpell ihrer Innenfläche folgt.

Znerst muss man eine grosse Zahl weisser, feiner, aber doch fester Sehnenbündel lösen, welche den Darm an das Tegument befestigen und, wie Querschnitte zeigen, einfache Fortsetzungen der inneren Faserschicht des Tegumentes sind, die so ohne Unterbrechung auf den Darm übergeht, um die äussere Faserschicht desselben zu bilden. Diese Sehnenbündel, die auf allen Seiten des Darmes in mehr oder minder deutlichen Strahlenlinien geordnet sind, häufen sich gegen die Mitte der Scheibe in der Art, dass sie, wie Tiedemann sagt, eine Netzhaut bilden, in welcher das Centrum des Magens aufgehängt ist. Die Ansätze dieser Netzhaut zeichnen auf dem Magen eine Art Rosette (*o*, Fig. 287), die aussieht, als wären sie von Gefässen hervorgebracht.

Der Widerstand wird sehr bedentend an den festen, senkrechten Scheidewänden (*i*, Fig. 287), die von dem Mittelpunkte eines jeden interradialen Winkels nach innen gegen den Mund hin vorspringen und in einiger Entfernung davon mit einem ausgeschweiften, schneidenden Rande abschliessen. Diese Scheidewände theilen den Magensack in fünf grosse Taschen. Von ihren Ansätzen anf der Bauchseite schicken diese Scheidewände zahlreiche Brücken zu dem Darm- und dem Wassergefässsysteme. Eine dieser Scheidewände enthält den Steincanal.

In den Strahlen setzt sich das System fort. Jeder der beiden in einem Strahle enthaltenen Blinddärme ist seiner ganzen Länge nach durch ein medianes Sehnenband (*o*, Fig. 287) fixirt, das sich an die Rückenhaut festsetzt, deren Fortsetzung es bildet. Jedes dieser Sehnenbänder setzt sich bis in das distale Ende des Strahles fort, während die Blinddärme in ziemlicher Entfernung davon aufhören. Senkrechte

Querschnitte (*l*, Fig. 288) zeigen die verwickelte Structur dieser Bänder, welche die Leibeshöhle durchsetzen und in den Strahlen namentlich eine Art Mesenterium bilden, ähnlich demjenigen der Comatulen.

Die Magentaschen sind ausser den erwähnten Bändern noch durch starke Sehnen an der inneren Bauchfläche der Strahlen befestigt. Diese Sehnen (*l*, Fig. 287) gehen mit mehreren Wurzeln von der sehnigen Haut, welche die Reihen der Ambulacralplatten verbindet, zwischen dem zehnten bis dreizehnten Ringe ab, verlaufen nach innen gegen den Mittelpunkt der Scheibe hin und heften sich, indem sie sich in feine Faserbündel spalten, an den inneren und seitlichen Flächen der Magentaschen an.

Der Mund ist kreisförmig (*n*, Fig. 293). Sein Rand wird von einer Falte der sehnigen Hautschicht gebildet, die sich über den Stacheln an den Rändern der mit einander verschmolzenen Stachelträger festsetzt. Hier fügt sich ein kurzer, längsgefalteter Schlundtrichter an, der bei gefülltem Magen fast ganz verwischt ist. Der Trichter erweitert sich unmittelbar in einen weiten Magensack (*g*, Fig. 287), der fast den ganzen Raum der Scheibe ausfüllt und durch die beschriebenen Scheidewände auf wenigstens zwei Drittel seines Durchmessers eingeschnitten und in fünf Taschen unvollkommen getrennt ist. Je nach seiner Füllung bietet der Magen sehr verschiedene Ansichten. Zuweilen ist er so mit Muscheln vollgestopft, dass er sogar die Rückenhaut hier und da in Buckeln emportreibt; die Wände sind dann so ausgedehnt, dass sie durchscheinend werden und die Magentaschen bis in die Anfänge der Strahlen hineingetrieben werden. Im leeren Zustande dagegen sind die Wände in tausend Zickzackfalten zusammengezogen, erscheinen sehr dick und auf der Innenfläche flockig. Der Centraltheil des Magens kann durch den Mund hervorgestossen werden, um die Muscheln aufzulesen, über welche das Thier gleitet. Dies ist sogar die gewöhnliche Ernährungsweise des Seesternes; der vorgestülpte Magen umhüllt die Beute mit einem klebrigen Schleime, der giftige Eigenschaften zu haben scheint.

Die Wände des Magens werden von einer äusseren Faserschicht gebildet, welche, wie beschrieben, von dem Tegumente geliefert wird, ferner von einer mittleren Muskellage, welche auch nervöse Plexus enthält, im Centraltheile namentlich sehr stark entwickelt ist und strahlige, von dem Munde als Mittelpunkt ausgehende Züge zeigt, und endlich innen von einem aus hohen Wimperzellen bestehenden Epithelium. Die Zellen besitzen granulirte Kerne, und sind je nach der Ernährung mehr oder minder mit dunklen Körnern erfüllt; sie bilden eine dicke Schleimhautlage. Die abgeplatteten Bündel der Muskelschicht zeigen Bälkchen, welche sich in verschiedener Weise kreuzen und zusammenfliessen. Ausserdem sind noch in den Magenwänden grosse Drüsenzellen in Gestalt langer Flaschen eingelagert, die sich mit einem

engeren Halse auf der Innenfläche öffnen und den giftigen Schleim abzusondern scheinen, dessen wir erwähnten. Diese mit grossen hellen Kernen versehenen Zellen färben sich nur schwer; sie werden in den Blinddärmen kleiner und becherförmig.

Auf der Mitte der Dorsalfläche des Magens befinden sich, von zahlreichen Sehnenbrücken umgeben, die fast eine Art Netzhaut bilden, mehrere abgeplattete gewundene Blindsäckchen (*t*, Fig. 287) mit dünnen Wänden, in welchen man niemals feste Nahrungsstoffe findet. Meist finden sich zwei solcher Aftersäcke, die durch eine gemeinsame enge Oeffnung in den Magen münden. Zuweilen findet man drei, indem ein mittlerer Lappen sich stärker entwickelt hat. Meist ist das linke hintere Säckchen etwas grösser und stärker an die Rückenhaut befestigt. Diese Blindsäckchen entsprechen offenbar dem Rectum der Seesterne, welche einen After haben, ihrer Lage wie ihrer Structur nach. Wahrscheinlich besitzt Astropecten in der Jugend einen später obliterirenden After. Wir nennen also diese Blinddärmchen Aftersäckchen. Ihre Structur ähnelt derjenigen des Magens; nur sind die Wimperhaare länger und die Zellen höher.

Jeder grosse, durch die interradialen Scheidewände eingefasste Magensack theilt sich noch durch eine, je nach der Füllung des Magens mehr oder minder vorspringende Falte in zwei secundäre Taschen. Von der seitlichen Rückenfläche jeder dieser Taschen entspringt nun eine kurze Röhre mit dünnen Wänden, welche in den Arm eindringt, sich etwa über zwei Drittel seiner Länge fortsetzt und links und rechts mit alternirend von der Röhre entspringenden, traubenförmigen Blindsäckchen besetzt ist. Dies sind die Armblinddärme (*m*, *n*, Fig. 287), die einen so charakteristischen Unterschied zwischen den Seesternen und Schlangensternen bilden.

An der Wurzel jedes dieser Blinddärme findet sich eine schon von Tiedemann beschriebene, kleine, bauchständige Ausbuchtung mit dickeren Wänden, ähnlich denen des Magens. Wir haben zuweilen feste Nahrungsstoffe in diesen Säckchen, niemals aber, wie auch alle anderen Beobachter, in den Blinddärmen selber gesehen, in welchen man meist nur eine grauliche, gelbliche oder bräunliche Flüssigkeit findet, die mit Fetttropfen ähnlichen Körnern gefüllt ist, worin man selten Kerne sieht. Die Blinddarmträubchen sind meist mit dieser Flüssigkeit gefüllt; sind sie leer (*p*, Fig. 287), so erscheinen sie als schlaffe, durchsichtige Säckchen.

Trotz der ausserordentlichen Zartheit der Wände unterscheidet man doch noch die drei Schichten derselben, welche sich in den Magenwänden vorfinden; aber die Faserschicht ist sehr dünn und die Muskelschicht auf einige verschlungene, abgeplattete Bündelchen reducirt. Nur die Epithelialschicht behält eine gewisse Dicke; sie besteht aus eng zusammengepressten Cylinderzellen mit eiförmigen Kernen. Diese

Schicht trennt sich beim Schneiden sehr leicht von den beiden anderen; vielleicht sind die in der Flüssigkeit schwimmenden Körper nur solche Epithelzellen in verändertem Zustande. Vielleicht aber stammen sie auch von einzelligen, im Epithelium unregelmässig zerstreuten Drüsen, die glashell durchsichtig und von birnförmiger Gestalt sind und grosse körnige Kerne haben, die sich leicht färben.

Jeder Blinddarm ist längs seiner mittleren Röhre durch ein starkes Sehnenband an der Rückenhaut befestigt. Dieses Band liefert durch seine Flächenausbreitung die Faserschicht des Blinddarmes selbst und setzt sich über denselben bis in die Spitze des Strahles in Gestalt eines festen Fadens fort (*o*, Fig. 287). Wir haben einen Querdurchschnitt dieses Bandes gezeichnet (*l*, Fig. 288), das grossentheils aus Bindegewebsfasern besteht.

Ausserdem finden sich eine Menge feiner Sehnenfäden, welche namentlich auf der Rückenseite die Blinddärme an die Rückenhaut befestigen und besonders bei jungen Individuen so häufig sind, dass sie ein Netz ähnlich demjenigen der Comatulen bilden.

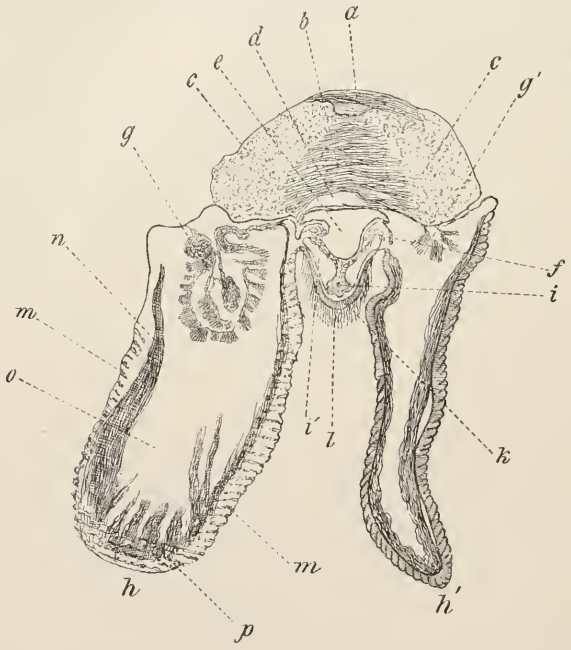
Die Blinddärme scheinen keine weitere Verdauungsfunction, sondern nur eine absondernde Thätigkeit zu besitzen. Die Nahrung tritt nicht in sie ein. Die thierische Substanz der verschluckten Beute löst sich nach und nach in dem Magen auf; ihre Schalen entleeren sich ohne verletzt zu werden und werden schliesslich durch den Mund wieder ausgestossen. Erst der so vorbereitete Chylus tritt in die Blinddärme ein, um sich dort mit der von den erwähnten Zellen abgesonderten Flüssigkeit zu mischen.

Nervensystem. — Auf senkrechten Querschnitten der Arme findet man in der Mittellinie der Bauchseite zwischen den Wurzeln der wechselständigen Ambulacren ein ziemlich dickes Band oder Polster, welches in der Mittellinie vorspringt und auf den Seiten in die Ambulacren übergeht. Auf successiven Schnitten erscheint das Gebilde bald in Gestalt eines Kegels mit abgerundeter Spitze (*l*, Fig. 290 a. f. S.), bald als kaum erhabenes Polster (*i*, Fig. 291 a. S. 597), je nachdem der Schnitt an der Basis oder in den Zwischenräumen der Ambulacren durchgeht. Es ist also ein Längsstreifen, welcher sich mehr oder minder kielförmig in der Mitte erhebt und sich bis zum distalen Ende des Armes fortsetzt, wo er auf dem mittleren Fühler endet.

Von den übrigen Bildungen ist dieser Streifen auf der Rückenseite durch einen Lückenraum getrennt, welcher seine Gestalt wiederholt und nach oben durch eine horizontale Epithelialdecke begrenzt wird, über welcher in dem Zwischenraume zwischen den sich zusammenwölbenden Ambulacralstücken eine mächtige Muskelmasse ausgespannt ist, deren Zusammenziehungen diese Gewölbstücke in der Richtung der Queraxe einander nähern müssen. Zwischen den Ambu-

lacren, wo das Polster einen vorspringenden Winkel bildet, wird der Lückenraum durch eine senkrechte Scheidewand, die sich oben an die Decke, unten an den Boden heftet, in zwei Hälften getheilt (*i*, Fig. 290). Diese Scheidewand ist bald ganz voll, bald findet man in ihr einen oder mehrere Lückenräume mit unregelmässigem Durchschnitte, die aber im Ganzen Längscanäle oder Gefässknäuel bilden, welche in der Scheidewand verlaufen (*i*, Fig. 290, 291). Unter dem Muskel, zuweilen von seinen Fasern theilweise umgeben, sieht man den runden Durchschnitt des Wassercanales (*e*, Fig. 290, 291), der den Strahl bis zu

Fig. 290.



Senkrechter Querschnitt des ventralen Theiles eines Armes, um die Anordnung der Ambulacralorgane zu zeigen. Verick, Obj. 2, *Cam. luc.* *a*, querer Abductor der Ambulacralstücke *c*; *b*, querer Adductor derselben Stücke; *d*, Dorsalcanal, von dem Wassergefässcanal *e* durch eine horizontale Scheidewand getrennt; *f*, sehnige Schicht in Hufeisenform; *g*, Verschlussapparat zwischen den Ambulacren und den inneren Säckchen; g^1, derselbe, kaum angeschnitten; *h*, oberflächlich angeschnittenes Ambulacrum; h^1, mediärer Längsschnitt des Ambulacrums; *i*, Gefässbündel am Ende der verticalen Scheidewand, welche die Lacune i^1 theilt; *k*, Wimperepithelium; *l*, seine Wimperhaare; *m*, äussere Schicht des Ambulacrums; *n*, innere Muskelschicht; *o*, Höhlung; *p*, geschlossenes Ende.

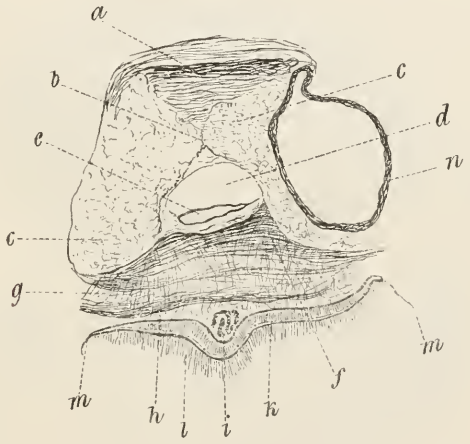
seinem Ende an dem unpaaren Fühler durchsetzt und von seinem besonderen Epithelium ausgekleidet ist. Der Canal wird durch Binde-

gewebe in seiner Lage gehalten und sendet feine Seitenäste aus, welche in die Ambulacren münden.

Der Wassercanal und das Gefässknäuel sind die einzigen Gebilde, welche sich constant über dem Bandstreifen vorfinden. Die Lückenräume und die Scheidewand verschwinden in der That durchaus in den interambulacralen Knoten, wo der sehr mächtige Anziehmuskel fast unmittelbar den Streifen berührt (Fig. 291).

Man wird in dieser Lagerung der Theile eine enge Analogie mit der bei *Comatula* hergestellten (S. 567, Fig. 279) Bildung finden; freilich mit dem Unterschiede, dass der bei letzterer sichtbare Genitalstrang in der Scheidewand bei den Seesternen fehlt und dass der Wassercanal nach oben gegen die Muskeln gedrängt ist.

Fig. 291.



Die interambulacrale Gegend eines senkrechten Querschnittes vom Arme bei stärkerer Vergrösserung. Verick, Oc. 2, Obj. 2, *Cam. luc.* *a*, Abductor der Ambulacralstücke; *b*, Gelenk zwischen den beiden Stücken *c*; *d*, Dorsalcanal; *e*, Wassergefässcanal; *f*, aus drei Parallelbündeln bestehende Muskelschicht, welche durch die mit *g* bezeichneten Zwischenräume getrennt werden, in welchen man zu dem Wimperepithel hinabsteigende Fäserchen sieht; *h*, innere Nervenschicht (?); *i*, Gefässknäuel; *k*, Epithelinm; *l*, Wimperhaare; *m*, Grenze des Wimperepitheliums an den Ambulacren; *n*, inneres Ambulacralsäckchen, geöffnet, das seine Wandung und Höhlung zeigt.

In dem erwähnten ventralen Mittelstreifen finden wir dieselben Elemente wie bei *Comatula* (S. 545), nämlich ein hohes Palissadenepithelium, dessen Aussenfläche von einer, von Wimpern durchsetzten Cuticula gebildet wird. Durch ihre Innenenden stehen diese Zellen mit feinen Nervenfäserchen in Verbindung, welche von einer Schicht ausgehen, deren deutliche Fasern im Allgemeinen eine Längsrichtung besitzen, so dass sie auf Querschnitten als feine Punkte erscheinen.

Aber in den interambulacrären Zwischenräumen (Fig. 291) sieht man viele senkrecht aufsteigende Fäserchen, welche in den Anziehmuskel ausstrahlen. Diese Faserschicht setzt sich auf die Ambulacren und von da auf die Haut fort, wo man sie sehr verdünnt am Grunde der Oberhaut wiederfindet. Die Flimmerzellen setzen dagegen plötzlich wie abgeschnitten an der Wurzel der Ambulacren ab (*m*, Fig. 291).

Die erwähnte Schicht ist demnach wahrscheinlich eine Nervenfaserschicht, die in der Ambulacralfurche in directe Verbindung mit den Zellen des Streifens treten.

Wir müssen noch erwähnen, dass am Distalende der Ambulacren sich eine Zellenschicht findet, welche derjenigen des Streifens ganz ähnlich ist und in welcher sich ebenfalls sensitive Zellen eingestreut finden.

Da die fünf Ambulacralfurchen in den fünf Ecken des Mundes zusammenfliessen, so fliessen die erwähnten Streifen ebenso zusammen und bilden auf diese Weise einen Ring um den Mund, welchen man den centralen Nervenring genannt hat, der sich aber in keiner Weise hinsichtlich seiner Structur von dem Streifen unterscheidet. Wie bei den Comatulen setzt sich das Epithel direct in dasjenige des Mundes fort.

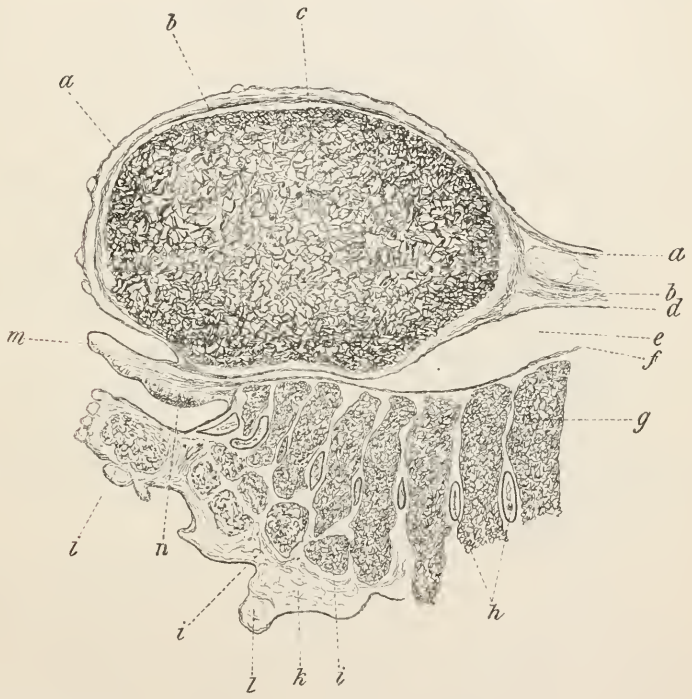
Man findet bei den Seesternen keine Bildung, welche man dem dorsalen Centralnervensysteme der Comatulen an die Seite stellen könnte.

Der Endfühler des Armes (*m*, Fig. 292). — Die endständigen Ambulacralstücke der Arme (*c*, Fig. 292) verschmelzen bei unserer typischen Art mit einander und schieben sich so auf die Rückenfläche des Armes hinauf, dass ihre ventrale Fläche nach vorn gerichtet ist. Am Grunde dieses verschmolzenen und aufwärts gedrehten Skelettstückes ist ein mittlerer, einziger Fühler (*m*) angeheftet, welcher offenbar aus zwei in eigenthümlicher Weise modificirten und verschmolzenen Ambulacren entstanden ist. Auf Längsschnitten, welche die innere Höhlung des Fühlers anschneiden, sieht man, dass das Coelom sich als Höhle nur bis zur Basis des aufgerichteten Endstückes fortsetzt, wo der Fühler mit seiner Rückenwand angeheftet ist, dass der Wassercanal (*o*) aber den Fühler seiner ganzen Länge nach durchsetzt. Der Fühler sieht somit einem aufgerichteten Handschuhfinger ähnlich.

Der Endfühler ist auf seiner ganzen ventralen Fläche mit dem Epithelium des Ambulacralstreifens überzogen, das sich bis zu seiner Spitze fortsetzt und ganz besonders an der Basis, dem dorsalen Anheftungspunkte des Fühlers gegenüber, verdickt erscheint. Hier bildet das Epithelium einen rundlichen Hügel (*n*), auf welchem man mit der Lupe brennendrothe Ringflecken unterscheidet, in deren Mittelpunkt ein heller, fast durchsichtiger Kreis sich sehen lässt.

Diese Flecken sind die Augengrübchen. So muss man sie in der That nennen, denn man sieht auf Durchschnitten und mit stärkeren Vergrösserungen die Flecken als kegelförmige Vertiefungen, die manchmal fast kugelförmig sind und eine runde Aussenöffnung zeigen, welche nur durch die darüber weglaufende Cuticula geschlossen ist. Die conische Höhlung ist mit einer gelatinösen Flüssigkeit gefüllt, welche durch die Reagentien gerinnt. Die Wände der Höhle sind mit langen, radienförmig gestellten Zellen ausgekleidet, deren gegen die

Fig. 292.



Sagittalschnitt durch ein Armende. Verick, Obj. 0, *Cam. luc.* *a*, Epidermoidalschicht der Haut; *b*, tiefere Faserschicht; *c*, Endstück des Armes, auf die Dorsalfläche geschoben; *d*, Epithelialschicht, welche die Decke des Canales *e* (Fortsetzung der allgemeinen Körperhöhle) bildet; *f*, Epithelialschicht des Bodens; *g*, ambulacrale Kalkstücke; *h*, innere Ambulacralsäckchen; *i*, adambulacrale Stücke; *k*, Haut der ventralen Fläche; *l*, in der Haut befestigte Stacheln; *m*, unpaarer hohler Fühler mit musculösen Wänden; *n*, Augenwulst an der Basis des Fühlers; *o*, Wassergefässcanal.

Höhle gerichtetes Ende allein durchsichtig ist und eine sehr feine, steife Borste trägt, welche in die Flüssigkeit taucht. Nach innen wird die Zelle, in der man oft einen grundständigen Kern sieht, schmächtiger

und füllt sich zwischen Kern und Endborste mit einem lebhaft rothen Farbstoffe in Körnern und Tropfen. Weiter nach innen verlängert sich die Zelle über den Kern hinaus in ein feines Fädchen, das man bis in die untenliegende Nervenfaserschicht verfolgen kann, die hier auch ausnahmsweise zahlreiche, oft multipolare Ganglienzellen enthält, welche sonst in der entsprechenden Faserschicht des Ambulacralstreifens sehr selten sind. Zwischen diesen dicht zusammengedrängten Pigmentzellen hat Hamann noch besondere, farblose, sensitive Zellen nachgewiesen.

Die Augengrübchen nehmen mit dem Alter an Zahl zu. Ihre Structur zeigt einige Analogie mit derjenigen der Augen der Blutegel.

Das Wassergefässsystem (Fig. 293). — Dieses System setzt sich aus der Madreporenplatte und dem von ihr ausgehenden Canal, dem Steincanal, zusammen, der in einen Ringcanal um den Mund mündet, mit welchem die Tiedemann'schen Körperchen, die birnförmigen Poli'schen Blasen der Scheibe und der Ambulacralapparat der Arme mit seinen Canälen und den inneren und äusseren Ambulacren zusammenhängt.

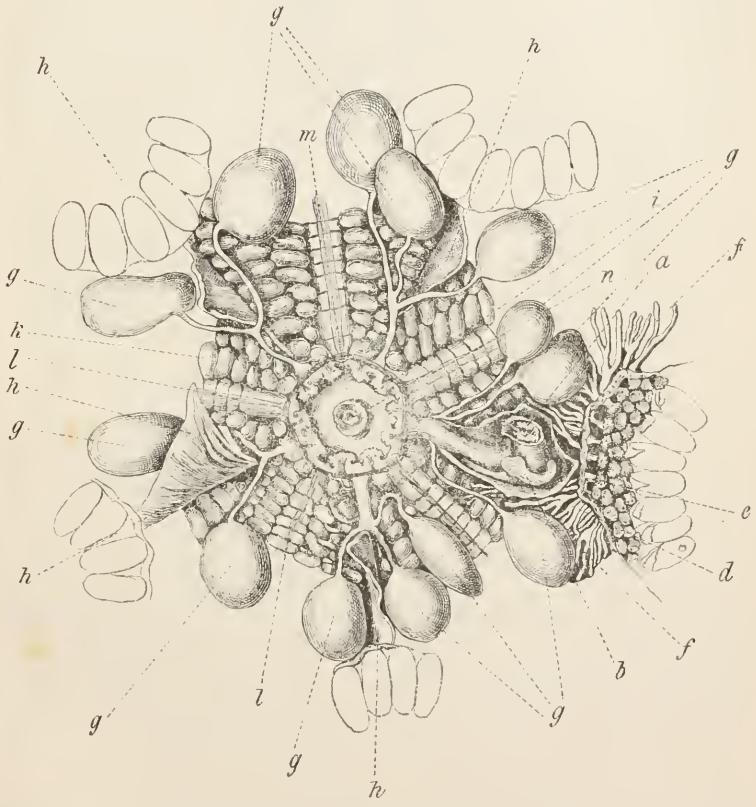
Die Madreporenplatte (*a*, Fig. 287) ist ein scheibenförmiges, in der Mitte eines Interradialwinkels nahe an dem inneren Rande der Seitenplatten gelegenes Kalkstück, das ringsum dicht von Paxillen umgeben ist und an seiner Peripherie gewundene Rinnen zeigt, während es in der Mitte, wo es von zahlreichen Löchelchen durchbohrt wird, ein sammetartiges Ansehen hat. Die Platte ist fest in die Fasermasse der Haut eingelassen, die sich auf ihrer Innenseite zu einem ringförmigen Wulste verdickt und ohne Unterbrechung auf die Aussenfläche des Steincanales übergeht, zu welchem sich die Platte etwa verhält wie das Sieb einer Giesskanne zum Rohre.

Man muss, um die feinere Structur der Madreporenplatte zu untersuchen, zweierlei verschiedene Methoden zu Hülfe nehmen. Erstens muss man mit einer feinen Säge die trockene Platte in querer und horizontaler Richtung in Schnitte zerlegen, welche man auf einem Schleifsteine bis zur Durchsichtigkeit abschleift; man lernt so die Organisation des Kalkskelettes kennen. Dann aber muss man zweitens aus entkalkten Platten nach verschiedenen Ebenen gelegte Schnitte fertigen, auf welchen man die Canäle, ihr Epithelium und ihr Verhältniss zu den Röhren des Steincanales erkennen kann. An jungen Individuen, deren Scheibe nicht mehr als zwei Centimeter Durchmesser hat, kann man auch ohne vorgängige Entkalkung feine Schnitte der betreffenden Organe machen, auf welchen man alles sehen kann, was die erwähnten Methoden einzeln darlegen; man darf aber nicht vergessen, dass die innere Complication des Steincanales bei jungen Seesternen weit geringer ist als bei alten.

Bei jungen Individuen von der angegebenen Grösse sieht man,

dass die Madreporenplatte nur auf ihrem Rande von tiefen, gewundenen Rinnen gefurcht wird, welche mit einem hohen Flimmerepithelium ausgekleidet sind. Die Furchen verlaufen, indem sie sich stets mehr in die Kalksubstanz einsenken, gegen die Mitte der Platte hin, wo sie sich schliesslich in eine geräumige eiförmige Centralhöhle öffnen, die nur mit einem platten Pflasterepithel bekleidet ist. Dieser Theil bildet eine Art Ampulle und spaltet sich allmählich, in den tiefer ge-

Fig. 293.

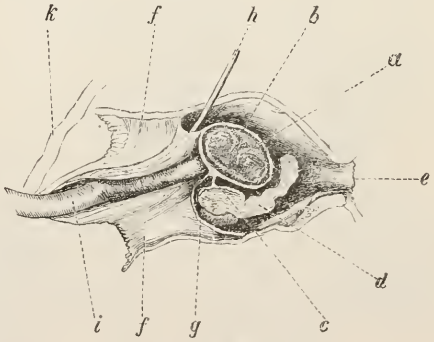


Die in Fig. 287 begonnene Präparation ist weiter durchgeführt, das Darmsystem gänzlich entfernt, die Madreporenplatte ebenfalls, um den Mund von der Innenseite und das Wassergefässsystem in seiner ganzen Ausdehnung zu zeigen. Natürliche Grösse. *a*, der an seinem Ansatze an die Madreporenplatte abgeschnittene Steincanal. Der schlauchförmige Canal in der Scheidewand ist geöffnet; *b*, Dorsalorgan; *d*, die aus einander gehaltenen Schnittränder der geöffneten Scheidewand; *c*, Hautpaxillen; *f*, Geschlechtsorgane; *g*, Poli'sche Blasen; *h*, Scheidewände, *i*, Tiedemann'sche Körperchen; *k*, innere Ambulacralsäckchen; *l*, mediane Reihe der Armstücke; *m*, Haut des Mundes *n*.

legten Schnitten, in drei Höhlen, eine grössere auf der aboralen Seite, eine entgegengesetzte kleinere, eiförmige und zwischen beiden eine dritte mit geschweiften Wänden, die aufs Neue ein hohes Wimperepithelium tragen, welches demjenigen der Furchen und Rinnen ähnlich ist.

Diese Bildung erläutert die Organisation der Madreporenplatte, wie man sie bei älteren Seesternen antrifft. Hier haben sich die Röhrchen auf der Oberfläche der Madreporenplatte bedeutend vermehrt; in der Mitte durchsetzen sie dieselbe senkrecht, während sie gegen die Peripherie hin bald schiefer werden und in die offenen Furchen übergehen, welche ebenso wie die Mündungen der Röhrchen, ihr hohes Wimperepithel zeigen, das nach innen hin dem Pflasterepithelium Platz macht. Von der weiten ampullenartigen Höhlung ist nur eine kleine Ampulle übrig geblieben, die auf der aboralen Seite des Stein-

Fig. 294.



Der Steincanal ist an seinem Ansatze an die Madreporenplatte abgeschnitten und die ihn enthaltende Tasche der Scheidewand aufgeschlitzt, um die gegenseitigen Beziehungen der Hüllen, des schlauchförmigen Canals und des Dorsalorgans zu zeigen. Natürliche Grösse. *a*, gewundenes Centrum des Steincanals; *b*, seine Scheide; *c*, Anheftung dieser Scheide an diejenige des Dorsalorgans *d*; *e*, Höhle der Scheidewand, durch das Ablösen der Rückenhaut geöffnet; *f*, aufgeschlitzte und entfaltete Wände der Scheidewand mit ihrem inneren, sichelförmigen Ende; *g*, Rand der Wand gegen das Dorsalorgan hin; *h*, in den schlauchförmigen Canal eingeführte Sonde; *i*, Fortsetzung des Steincanals; *k*, Stiel einer Poli'schen Blase.

canals liegt und von dem wulstförmigen Hautrande der Madreporenplatte umgeben wird. Der grössere Theil der ursprünglichen einfachen Höhle ist ohne Zweifel durch die Verkalkung in Anspruch genommen und so in Röhren umgewandelt worden, welche sich von aussen her fortsetzen, aber nur mit Pflasterepithelium ausgekleidet sind.

Die Fortsetzung des Steincanales (*a*, Fig. 293 und 294) zeigt sich in Gestalt eines dicken, gebogenen Cylinders, welcher mit einer S-förmigen Krümmung von der Madreporenplatte zum Boden der

Leibeshöhle niedersteigt, indem er sich eng an die Wand derselben anschmiegt und sodann auf dem Boden weiter gegen den Mund in gerader Linie sich fortsetzt. In seiner ganzen Länge ist der Cylinder von einer starken, glänzenden Sehnenscheide umhüllt, die von der Innenseite der Madreporenplatte ausgeht. Man unterscheidet den Canal leicht durch seine röthliche oder gelbliche Farbe und seine Consistenz. In seinem oberen Theile wird der Canal noch vollständig von den Ausbreitungen der Scheidewand eingehüllt (*f*, Fig. 294), die nach unten hin eine Art von Spitzbogenpforte bilden, durch welche der Canal hervortritt. Der Cylinder nimmt von oben nach unten an Dicke ab; der horizontale Theil verliert die Farbe und wird um so weisser, je mehr er sich dem Munde nähert, wo der Canal sich in dem dicken Fasergewebe der Umgebung zu verlieren scheint.

Die innere Structur des Steincanales ist sehr complicirt. Man kann sagen, dass er im Allgemeinen aus einer Menge von Längsröhren besteht, die der Richtung des Canals sich anschmiegen und von einem schwammigen Kalkskelette gestützt werden, das zahlreiche Scheidewände und vorspringende Quer- und Längsleisten bildet, die auf Querschnitten Figuren wie Anker oder Fischangeln bilden. Dieses ganze Skelett steht in enger Verbindung mit der besonderen Scheide des Canals, welche ebenfalls mit Kalk inkrustirt ist. Dem blossen Auge erscheint der Durchschnitt des Canals schwammig und man sieht oft zwei (*a*, Fig. 294), seltener drei oder vier concentrische Gruppen, die von den Scheidewänden im Inneren gezeichnet werden.

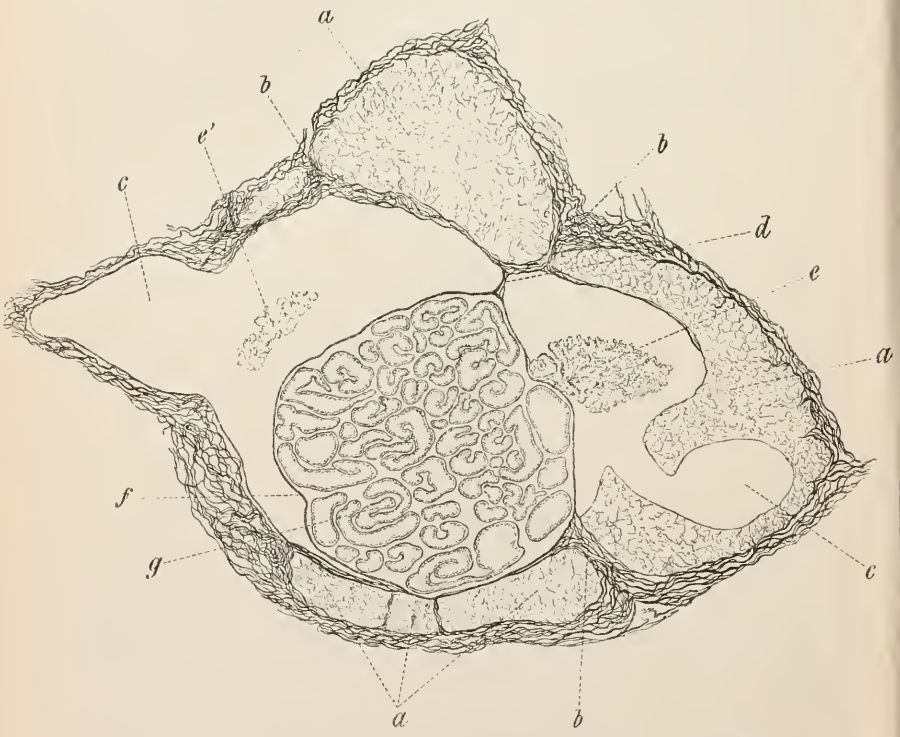
Diese complicirte Structur, welche unsere Figur 295 (a. f. S.) veranschaulicht, erhält sich auf der ganzen Länge des absteigenden Theiles des Steincanales, vereinfacht sich aber auf dem horizontalen Theile. Die Querwände und krummen Vorsprünge des Skelettes verschwinden nach und nach und schliesslich bleiben nur einige vorspringende Längsleisten, die hier und da einige Querbälkchen in Ankerform zeigen. Beim Anfertigen horizontaler, durch die Scheibe eines Seesternes gelegter Schnitte erhält man stets welche, die den Uebergang von dem absteigenden in den horizontalen Theil des Steincanales zeigen.

Das schwammige Kalkskelett wird von Faserbälkchen aus Bindegewebe durchzogen, welche sich auch auf die Flächen als zusammenhängende Schicht forsetzt. Diese Flächen sind ausserdem noch mit einem hohen Palissadenepithelium überzogen, das sehr lange Wimpern trägt, aber nur auf den Wänden der nach innen vorspringenden Skelettheile, nicht aber auf denen der Peripherie entwickelt ist.

Die Mannigfaltigkeit der Leisten und Röhren nimmt mit dem Alter zu, wo sie sich etwa so darstellt, wie unsere Zeichnung sie wiedergiebt (Fig. 295); bei Individuen von zwei Centimeter Scheibendurchmesser zeigen Querschnitte uns die Figur von zwei Ankern, die

durch eine Querleiste verbunden sind, und bei sehr jungen Seesternchen von vier Millimeter Scheibendurchmesser bildet der Steincanal nur eine einfache, rundum mit dem sehr entwickelten Wimperepithel ausgekleidete Röhre ohne irgend welche innere Vorsprünge. Bei diesem jungen Thiere sahen wir einen wimpernden Eingangstrichter, der in eine etwas erweiterte, mit Pflasterepithelium bekleidete Ampulle und weiter in den wimpernden, aber einfachen Steincanal führte, also eine Bildung, welche durchaus dem primitiven Zustande des Wassergefässsystemes bei *Comatula* entspricht. Die Unterschiede zwischen den

Fig. 295.



Querdurchschnitt des Steincanals und seiner Umgebung, etwa in der Mitte seiner Länge. Verick, Obj. 0, *Cam. luc.* *a*, entkalkte Skelettstücke; *b*, Muskelfasergewebe, das sie umgiebt und vereinigt; *c*, Hohlraum des schlauchförmigen Canals; *d*, Faserbrücke zwischen den Scheiden des Steincanals und des schlauchförmigen Canals; *e*, Dorsalorgan; e^1, seine Spitze auf der anderen Seite; *f*, Hülle des Steincanals; *g*, feine innere Leisten und Hohlräume.

erwachsenen Individuen der beiden Typen bestehen demnach darin, dass bei den Seesternen sich die Eingangstrichter zwar bedeutend vermehren, aber auf die einzige Madreporenplatte beschränkt bleiben,

während sie bei *Comatula* sich über den ganzen Körper zerstreuen; dass ferner bei den Seesternen die primitive Ampulle sich in Röhren theilt, die ebenfalls auf die Madreporenplatte beschränkt bleiben, während sich die Bildung bei den Comatulen durch die Dazwischenkunft der Gefässe complicirt, und endlich, dass die inneren wimpernden Canäle bei den Seesternen abermals in einem einzigen Rohre, dem Steincanale, verlaufen, während sie bei den Comatulen sich im Umkreise des Mundes bedeutend vermehren und durchaus frei bleiben.

In der Nähe des Mundringes wird der Steincanal eine einfache, häutige, mit wimperndem Pflasterepithel ausgekleidete Röhre, die sich in einen ziemlich engen Ringcanal öffnet, welcher tief in die Fasermasse der Mundlippe eingegraben ist. In der Nähe dieser Eintrittsstelle in den Ringcanal findet sich der Punkt, von welchem aus man am leichtesten das gesammte Wassergefässsystem injiciren kann.

Der Ringcanal umkreist den Mund; da er aber die stacheltragenden Platten auf ihrer inneren Seite umgeht, bildet er Windungen, so dass er nie in seiner ganzen Ausdehnung von Horizontalschnitten getroffen wird. Um ihn in seiner Gesammtheit zu überschauen, muss man ihn injiciren und sehr sorgfältig präpariren, denn seine Wände verschmelzen mit dem dichten Fasergewebe, welches ihn einschliesst.

Der Ringcanal steht mit den Tiedemann'schen Körperchen, den birnförmigen Poli'schen Blasen der Scheibe und den Ambulacralcanälen der Strahlen in Verbindung. Gelungene Injectionen dringen in alle diese Theile ein.

Die Tiedemann'schen Körperchen (*i*, Fig. 293) sind, wie ihr Entdecker sich ausdrückt, zehn braune Körperchen von drüsenartigem Ansehen, die aus hohlen Säckchen bestehen, welche durch eine feine, runde Oeffnung in den Ringcanal münden. In der That gehören zwei solcher Körperchen zu jedem Strahl. Man sieht sie leicht nach Wegnahme des Schlundes; ihr fingerförmig getheilter freier Rand ist dem Munde zugewendet. Ihre Wände sind aus denselben Fasern gewebt, welche auch die Umhüllung des Ringcanales bilden, nur sind die Fasern feiner und in den Maschen des Gewebes finden sich körnige gelbe Zellen, welche wahrscheinlich von dort aus in die Flüssigkeit übergehen, die das Wassergefässsystem füllt. Das Epithelium, welches die inneren Höhlungen der Körperchen auskleidet, ist ein wimperndes Pflasterepithelium; die Aussenfläche wird von dem feinen Flimmerepithelium bedeckt, welches die Oberflächen des Coeloms überzieht.

Die birnförmigen oder Poli'schen Blasen (*e*, Fig. 287; *g*, Fig. 293) zeigen sich schon unmittelbar nach Wegnahme der Rückenhaut, indem sie sich mit ihren abgerundeten Enden auf beiden Seiten der Scheidewände, zwischen den Geschlechtsröhren und den Magensäcken vordrängen. Um aber ihre Beziehungen genauer untersuchen

zu können, muss man den Schlund durch einen Kreisschnitt abtrennen und den Magen mit Anhängseln wegnehmen.

Es sind etwas längliche Blasen mit dünnen Wänden, welche leicht Luft einsaugen, wenn man die Präparation unter Wasser vornimmt, und dann an ihren hohlen Stielen auf der Oberfläche schwimmen. Sie sind von allen Seiten frei, durch keinerlei Faserbündel befestigt, wie die übrigen Organe, und nur durch ihre hohlen Stiele gehalten, welche stets dem freien, ausgebuchteten Rande einer Scheidewand anliegen und dieser gegenüber, auf der äusseren und ventralen Seite des Ringcanales in diesen münden. Es giebt also fünf, den Scheidewänden entsprechende Stämme, die sich aber meist theilen und selbst bis zu vier Blasen auf den Aesten tragen können. Bei grossen Exemplaren können die Blasen eine Länge von acht und eine Breite von fünf Millimetern erreichen. Ihre Zahl wechselt, und da sie frei, nur an ihren Stielen befestigt, in dem Coelom schwimmen und von den so veränderlichen Magentaschen hin und her gedrängt werden, so findet man oft bei einem Exemplare Blasen auf der einen Seite der Scheidewand, die bei einem anderen auf der entgegengesetzten Seite liegen. Wir haben dreizehn bis achtzehn solcher Blasen gezählt. Bei einem Exemplare mit dreizehn Blasen waren dieselben folgendermaassen gelagert: zwei auf jeder Seite der den Steincanal einschliessenden Scheidewand, eine auf jeder Seite der nächsten rechten Scheidewand, an der folgenden vorderen eine Blase rechts, keine links; an der links von demselben Strahle gelegenen Scheidewand zwei Blasen rechts, eine links und endlich an der linken hinteren Scheidewand drei Blasen rechts, keine links.

Diese birnförmigen Blasen zeigen eine dünne äussere Faserschicht, die nach dem Stamme zu dicker wird und von dem Epithelium der allgemeinen Körperhöhle überzogen wird. Nach innen von der faserigen Bindegewebeschicht findet sich eine dünne Muskelschicht aus abgeplatteten Kreisfasern, die indessen auch Anastomosen herstellen, und endlich ein inneres Pflasterepithelium. Tiedemann hat beobachtet, dass sich die Blasen auf Reize hin zusammenziehen und die darin enthaltene Flüssigkeit nach dem Ringcanale hintreiben.

Das Ambulacralsystem der Arme (Fig. 296). An jedem durch das Stachelträgerstück gebildeten, einspringenden Winkel entsendet der Ringcanal ein Gefäss, dass den Arm seiner ganzen Länge nach durchläuft und zuletzt an der distalen Spitze desselben in dem Endfühler blind endigt. Dieser Armcanal schmiegt sich an die Bauchfläche der Ambulacralstücke so eng an, dass er nur durch die Hülle der Kalkstücke und seine Eigenwand davon getrennt ist und in den Lücken zwischen denselben über die ventrale Seite der sie erfüllenden Quermuskeln wegstreicht. Der Canal zeigt Biegungen, welche der

Bildung der Skeletttheile entsprechen und erweitert sich zwischen den Muskeln, wo er mit den Ambulacralorganen in Verbindung tritt.

Diese sind zweierlei Art: innere Säckchen, die mit den äusseren Ambulacren in Verbindung stehen.

Nach Wegnahme der Rückenhaut und der Blinddärme sieht man auf dem Grunde des Coeloms der Arme, zu beiden Seiten der Mittellinie, eine Doppelreihe warzenförmiger, quergestellter Bläschen, die durch eine engere Brücke mit einander verbunden sind. Diese inneren Ambulacralsäckchen (*g*, *h*, Fig. 287; *n*, Fig. 291; *k*, Fig. 293) erfüllen die Zwischenräume zwischen den ambulacralen und adambulacralen Skelettstücken. Ihre Enden scheinen in prall gefülltem Zustande wie zwei getrennte Bläschen; in Wahrheit ist es aber nur ein querverlängertes Bläschen, das sich an beiden Enden, dem inneren und dem äusseren, bedeutend aufblähen kann.

Jedes dieser, mit den äusseren Ambulacren alternirenden Säckchen steht sowohl mit dem Ambulacrum wie mit dem Armcanal durch eine und dieselbe Oeffnung in offener Verbindung. In der Communicationsöffnung liegt ein complicirter Klappenapparat.

Die Bildung der Säckchen ist ziemlich einfach. Sie besitzen eine äussere, mit dem allgemeinen Epithelium des Coeloms überzogene Faserhülle, die von der Wand des Armcanals und von den Hüllen der Kalkstücke, zwischen welchen sie liegen, abstammt. Nach innen zu findet sich eine mächtige Muskelschicht, deren Fasern im Allgemeinen zwar eine kreisförmige Anordnung zeigen, aber doch vielfach anastomosiren und sich verfilzen. Auf Durchschnitten scheint diese Muskelschicht häufig derart zusammengezogen, dass sie das Lumen fast vollständig ausfüllt. Das innere Epithelium ist ein Pflasterepithelium.

Die äusseren Ambulacren (Fig. 290), welche in alternirender Doppelreihe in der Furche der Arme hervortreten, sind conische, an ihrem spitzen Ende blindgeschlossene Röhrchen. Sie bilden bei Astropecten die einzigen Bewegungs- und Tastorgane. Sie bestehen von aussen nach innen aus folgenden Schichten. Erstens ein äusseres einschichtiges Pflasterepithelium, welches an der Basis des Röhrchens in das allgemeine Körperepithel übergeht, an der Spitze aber bedeutend höher wird. Hier mischen sich nach Hamann zwischen die verlängerten Palissadenzellen spindelförmige Tastzellen ein, deren distales Ende einen kurzen feinen Faden trägt, während das Basalende in einen längeren Faden übergeht, der einen Zusammenhang mit einer dünnen, verfilzten Faserschicht herstellt, die an der Basis des Ambulacrums sehr fein ist, nach der Spitze zu aber an Mächtigkeit zunimmt und schliesslich eine Art Kappe an der Spitze herstellt. Diese Schicht ist wahrscheinlich nervöser Natur und steht mit der Nervenschicht der Körperhaut in Zusammenhang. Weiter nach innen breitet sich eine aus feinen, längs und quer verlaufenden Bindegewebsfasern

mit zwischenliegenden, wenig deutlichen Zellen gebildete Schicht aus. Diese Bindegewebsmasse bildet an der Spitze des Ambulacrums eine Art Polster, das durch eine hyaline Masse von einer inneren Längsmuskelschicht getrennt ist, die an der Basis sehr mächtig ist, aber nach der Spitze zu abnimmt. Ein Pflasterepithelium bekleidet die Innenfläche dieser Muskelschicht.

Säckchen und Ambulacren communiciren mit einander durch eine Ecke, die sich in den Längscanal öffnet. An diesem Punkte ist der von Lange beschriebene Klappenapparat angebracht. Zwei kegelförmige Taschenventile, deren enge Oeffnung dem Ambulacrum, die weite dem Armcanale zugewendet ist, lassen eine Verbindungsspalte zwischen dem Säckchen und dem Ambulacrum offen. Es findet sich also hier ein System von Klappen, welche die Flüssigkeitsbewegung zwischen dem Canal, den Säckchen und den Ambulacren regeln. Dieses System ist noch durch eigenthümliche Einrichtungen der Muskelmassen vervollständigt, welche hier besonders entwickelt sind und in verschiedener Weise gefaltete Wülste bilden, deren Anordnung wir auf unseren Abbildungen (Fig. 290) wiedergegeben haben.

Wir haben schon bei Gelegenheit des Nervensystemes den unpaaren Endfühler des Armes besprochen.

Das Berieselungsystem. — Wir wählen diese Bezeichnung, weil sie keine bestimmte Bedeutung einschliesst. Das Wesen der Circulation ist in der That noch nicht klar gestellt und jeder Beobachter hat über die schwebenden Fragen eine andere Meinung.

Wir sagten schon bei Gelegenheit des Wassergefässsystemes, dass der Steincanal in einem Doppelumschlage der unpaaren Scheidewand eingeschlossen sei, der eine weite Hülle bildet und einen Hohlraum umschliest, welchen manche Autoren mit dem Namen des schlauchförmigen Canals (*d*, Fig. 296) bezeichnen. Dieser Raum ist im Grunde nichts Anderes, als eine Fortsetzung der zwischen den Schichten des Tegumentes befindlichen Lücken; der Hohlraum setzt sich sowohl in diese, wie auch in die Lücken fort, welche sich in den fingerförmigen Verästelungen der Geschlechtsschläuche finden. Unsere Injectionen beweisen diese Fortsetzungen. Der schlauchförmige Canal ist unten gegen den Wassergefässring um den Mund vollkommen geschlossen; aber hier an dem Punkte, wo der Steincanal in den Wassergefässring mündet, finden sich in der Faserhülle des Steincanals zahlreiche feine Oeffnungen, durch welche dessen innere Längsröhren mit der Höhle des schlauchförmigen Canals communiciren. Bei allen unseren Injectionen, mochten sie nun durch den Steincanal oder den schlauchförmigen Canal getrieben werden, traten die gefärbten Massen stets aus einem dieser Canäle in den anderen über. Freilich nur in geringer Menge, aber in genügender, um zu beweisen, dass das von aussen durch den Steincanal eingeführte Wasser mit der in den Hohl-

räumen der Haut befindlichen Flüssigkeit durch diese Poren in Wechselwirkung treten kann.

In dem schlauchförmigen Canale ist ein weiches, abgeplattetes Organ von blauer oder violetter Farbe eingeschlossen, das besonders auf der rechten Seite entwickelt ist, aber sich in einer halben Windung um den Steincanal herumschlingt, an den es sich eng anschmiegt. Wir bezeichnen dieses, von den Autoren Herz, chromatogenes Organ etc. genanntes Gebilde mit dem Namen Dorsalorgan (*b*, Fig. 293; *d*, Fig. 294; *e*, e^1, Fig. 295), weil es uns ganz dem gleichnamigen Organe der Comatulen zu entsprechen scheint.

Da der schlauchförmige Canal an dem Punkte in der Nähe des Mundes, wo der Steincanal in den Ringcanal mündet, geschlossen ist, so endet hier das Dorsalorgan ebenfalls, indem es den Steincanal fast vollständig umgiebt. Von der Kniebeugung des Steincanales bis zur Madreporenplatte hin ist das Dorsalorgan einerseits an den Steincanal, andererseits an die Wand des schlauchförmigen Canales durch eine Art Mesenterium von ziemlicher Stärke angeheftet, zwischen dessen Fasern sich auch dünne Muskelbündel befinden. Dieses Anheftungsband setzt sich auf der ganzen hinteren Seite des Steincanales bis zur Madreporenplatte fort, wo das Dorsalorgan sich bedeutend verdünnt und mit der Fortsetzung des Mesenteriums zu enden scheint, die in die innere Faserschicht des Tegumentes übergeht.

Untersucht man, sei es an lebenden Thieren, sei es auf Serien von Längs- und Querschnitten, die Structur des Dorsalorganes, so findet man eine grosse Aehnlichkeit mit der bei *Comatula* beschriebenen Structur. Der Einschlag des Organgewebes besteht aus ziemlich dicken, ohne Zweifel contractilen Fasern, die sich leicht färben und sich in nichts von den Fasern unterscheiden, welche die Hülle des Steincanales, die Haut oder die Scheidewände zwischen den Armen zusammensetzen. Diese Fasern sind directe Fortsetzungen der Fasern der Scheide; sie bilden gemeinsam mit den Bindegewebefäserchen das Anheftungsband zwischen Steincanal und Dorsalorgan. In dem Organe selbst bilden sie Netze, verschlungene Windungen, die leere Räume und Maschen zwischen sich lassen, welche den Oeffnungen quer oder schief durchschnittener Canäle gleichen. Die Fasernetze bilden an den Rändern des Organes spitzbogenartige Vorsprünge, so dass die Ränder wie ausgeschnitten erscheinen. Eine feine Haut, welche uns ebenso structurlos wie eine *Cuticula* erscheint, umhüllt eng diese Vorsprünge und das Organ im Ganzen. Die Höhlen des Organes sind mit eigenthümlichen Zellen, von welchen sofort die Rede sein soll, ausgekleidet und oft davon ganz erfüllt.

Man hat behauptet, diese Höhlungen bildeten in ihrer Gesammtheit ein System von Längscanälen, welche mit einander anastomosirten und schliesslich in Blutgefässe übergingen. Wir glauben nicht, dass sich

die Dinge so verhalten. Man kann hier ebenso wenig wie bei den Comatulen, von geschlossenen, mit einander anastomosirenden Canälen reden. Ob man Quer- oder Längsschnitte mache, die Bilder bleiben sich vollkommen gleich. Man sieht bald runde, bald zusammenfliessende Maschen und Zwischenräume; das Organ ist demnach, unserer Ansicht zufolge, ein in die Länge, Breite und Tiefe zusammengestricktes Gewebe, dessen Maschen und Höhlungen mit einander und schliesslich auch mit dem Steincanal einerseits und mit den Hautlücken andererseits in offener Communication stehen.

Man kann sich in der That an gelungenen Schnitten und Injectionen durch den Steincanal überzeugen, dass die Lücken zwischen den Faserbündeln des den Steincanal mit dem Dorsalorgan verbindenden Mesenteriums direct in die Röhren des Steincanals an dem Kniewinkel einmünden, wo derselbe horizontal wird. An dem senkrechten Theile des Steincanals sieht man keine solche Communicationen; die constituirenden Fasern des Dorsalorganes setzen sich direct in diejenigen der Scheide des Steincanales fort, gegen welche hin die Lücken geschlossen sind; an dem angeführten Orte dagegen sieht man die Fasern der Scheide stellenweise auseinanderweichen und die Zwischenräume mit Lücken in den Wänden der Röhren des Steincanales communiciren.

Aehnliche Bildungen trifft man am oberen dorsalen Ende des Organes. Die Bündel der constituirenden Fasern nehmen an Zahl ab und vereinigen sich schliesslich zu einem Strange, der zu der Ampulle hinläuft, welche an der Madreporenplatte liegt. Von diesem Punkte aus lässt sich der Endstrang, selbst unter einer scharfen Lupe, nur sehr schwer verfolgen.

Trotz vielfacher Versuche ist es uns niemals gelungen, das Dorsalorgan zu injiciren. Die eingespritzten Flüssigkeiten traten stets in die Umgebung aus, indem sie die feine, einhüllende Cuticula sprengten.

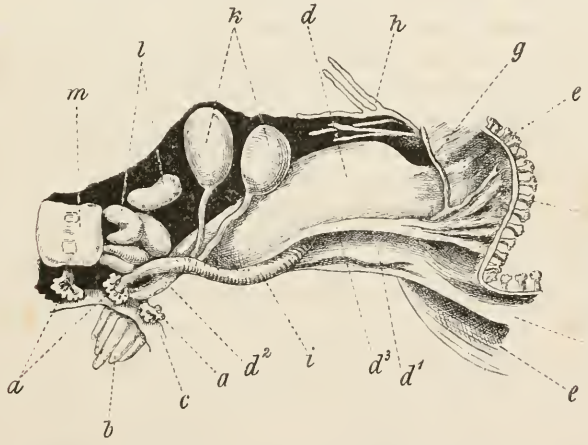
Das Organ ist auf der Aussenseite mit einem Flimmerepithelium bekleidet; wir haben dort auch zuweilen bei lebenden Thieren grosse vollkommen homogene und durchsichtige Bläschen gesehen, welche sich mit Beale's Carmin nicht färbten. Vielleicht waren es Aufblähungen der *Cuticula*.

Im Inneren bedeckt ein Pflasterepithelium die Wände der Höhlen, die man stets mit grossen Zellen mehr oder minder angefüllt findet, welche Pigmentkörner und runde Kerne mit einem Nucleolus enthalten. Diese Pigmentzellen stammen offenbar vom Epithelium ab. Sie haben eine blaue oder violette Farbe und Hamann hat deshalb das Dorsalorgan chromatogenes Organ genannt. Sie lösen sich leicht ab und scheinen zwischen den Maschen des Dorsalorganes hindurch in die Endstränge zu schlüpfen.

Wir haben oben gesagt, dass das Dorsalorgan sich zu einem Endstrange reducirt, der sich in der Ampulle des Steincanals an das Rückentegument anlegt.

Bei genauerer Untersuchung und Anfertigung von Schnitten sieht man, dass der Endstrang nicht solid ist, sondern einen Canal bildet, der im Inneren mit denselben Pigmentzellen ausgekleidet ist, welche man im Dorsalorgan selbst findet. Hamann, der diese Bildung beschrieben hat, findet zwei Canäle in dem Endstrange; wir haben stets nur einen gesehen, der sich aber bald theilt, um einen Ring zu bilden, welcher den aboralen Pol umgiebt und von bedeutenden, unregelmässigen, im Tegumente ausgehöhlten Lücken umgeben ist. Dieser Ringcanal um den Pol unterscheidet sich sofort bei genauerer Untersuchung der betreffenden Hautstelle durch seine bläuliche oder violette

Fig. 296.



MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Nach Entfernung der Rückenhaut und des Darmes ist der injicirte schlauchförmige Canal und der Steincanal bis zum Munde bloss gelegt worden. Doppelte Grösse. *a*, Tiedemann'sche Körperchen; *b*, gewöhnliche Stacheln, von innen gesehen; *c*, abgeschnittene Mundhaut; *d*, injicirter schlauchförmiger Canal, den Steincanal umgebend; d^1, sein unterer Theil; d^2, sein Ende am Munde; d^3, vorspringende Falte an der Scheidewand; d^4, auf der gegenüberstehenden Seite; *e*, innere Fläche der Rückenhaut; *f*, Paxillen; *g*, aus dem schlauchförmigen Canale entstehendes Gefäss; *h*, Geschlechtsorgane; *i*, Steincanal; *k*, Poli'sche Blasen; *l*, Ambulacralsäckchen; *m*, Endstück der medianen Armknochenreihe.

Farbe, die indessen, da der Canal in dem Tegumente eingesenkt verläuft, weniger gesättigt ist als diejenige des Dorsalorganes.

Aus diesem, schon von Tiedemann und seinen Nachfolgern gesehenen Ringcanale entspringen nun auf jeder Seite einer interradialen Scheidewand einer, also zehn secundäre Aeste im Ganzen, welche sich zu den Büscheln der Geschlechtsorgane begeben (*g*, Fig. 296). Hier

verliert man sie und es ist uns nicht besser gelungen, sie weiter zu verfolgen, als Hamann, welcher sagt: „Es ist leicht, sie bis hierher zu verfolgen. Treten sie aber nun ein in die Wandung der Geschlechtsorgane oder aber stehen sie in Zusammenhang mit den Ausführungsgängen derselben? Hierüber volle Klarheit zu verschaffen, ist mir bei *Asterias rubeas* nicht gelungen. Wenn ich behaupte, dass der Canal übergeht in den Ausführgang der Geschlechtsproducte, so ist es lediglich eine Schnittserie, auf welche ich mich berufen kann. Ich erhielt hier Bilder, welche den Canal in den Ausführgang der Geschlechtsorgane an derjenigen Stelle, wo derselbe beginnt senkrecht aufzusteigen und die Rückenwand zu durchsetzen, einmündend zeigten. Ich fand dieselben grossen Zellen, die das Epithel des Canales bilden, auch im Lumen eines Spermaductes frei liegend".

Es ist uns nicht gelungen, auf unseren Präparaten diese Verbindungen zu sehen; wir sind aber weit davon entfernt, sie zu leugnen; wir glauben, dass Hamann richtig gesehen hat. Wir bestreiten dagegen entschieden die Bedeutung, welche Hamann diesen Bildungen beilegt, die er für ein „absonderndes Canalsystem" erklärt. Wenn wir an dasjenige anknüpfen, was wir gelegentlich der *Comatula* gesagt haben, so zweifeln wir keinen Augenblick, dass diese Canäle, welche mittelst des beschriebenen polaren Ringcanales mit dem Dorsalorgane in Verbindung stehen, den sterilen Genitalcanälen gleichgestellt werden müssen, welche die Arme der *Comatula* durchziehen und einerseits mit dem von Perrier „Stolo" genannten Dorsalorgane zusammenhängen, während sie andererseits erst an ihrem distalen Ende in den Fiederchen fruchtbar werden. Die Beziehungen sind bei den Seesternen durchaus dieselben, nur mit dem Unterschiede, dass die fruchtbaren distalen Enden bei den Comatulen auf den Fiedern längs der Arme frei aufgehängt sind, während sie bei den Seesternen an der Basis der Arme angehäuft, nach innen zurückgebogen und im Cölom aufgehängt sind.

Wir sehen also, dass das Dorsalorgan mit seinen von dem oberen Ende abgehenden hohlen Strängen in einem von der unpaaren Scheidewand gebildeten Lückenraume, dem schlauchförmigen Canale, eingeschlossen ist, welcher seinerseits mit dem Steincanale in Verbindung steht. Man kann leicht nachweisen, dass dieser grosse Lückenraum mit secundären, in der Rückenhaut ausgehöhlten Lückenräumen zusammenhängt, die mit einander communiciren und so ein System von Höhlen und Lacunen herstellen, in welche die den schlauchförmigen Canal erfüllende Flüssigkeit eindringt. Bald sind diese Lückenräume zwischen den Gewebsschichten abgeplattet und zeigen sich deshalb auf den Schnitten in Gestalt von Spalten oder Knopflöchern, bald bilden sie um die Röhren und Canäle herum ringförmige Hohlräume (Ludwig's Perihämalräume) oder selbst scheinbare Gefässe mit kreisförmigem Durchschnitte. In dieser Gestalt finden wir sie in der Dicke

der Wände der Geschlechtsröhren, um die Wassergefässe herum oder in den Scheidewänden über den Nervenpolstern der Arme. Alle diese Lückenräume entwickeln sich erst in dem Maasse, als die Gewebe dicker werden; bei den jungen Seesternen ist die Haut, wie die erwähnten anderen Gebilde, vollkommen dicht und lässt keine Spur von Lückenräumen gewahren. Der centrale Hohlraum (der schlauchförmige Canal) zeigt sich ziemlich früh bei den Larven der jungen Seesterne in Gestalt einer engen Spalte, von welcher aus nach und nach die weiteren Lückenräume sich fortschreitend entwickeln.

Es kann also bei den Seesternen nicht von einem Blutgefässsysteme die Rede sein; dasselbe wird durch ein System von Lückenräumen ersetzt, welche stellenweise das Ansehen von Gefässen gewinnen.

Stehen diese Lückenräume mit dem Cölom in Verbindung? Wir müssen die Beantwortung dieser Frage späteren Beobachtern überlassen; wir vermuthen, dass diese Communication existirt, haben aber keinen positiven Beweis für diese Ansicht.

Die Geschlechtsorgane (*d*, Fig. 287; *f*, Fig. 293). Diese bei beiden Geschlechtern gleichgestalteten Organe bestehen aus langen, verzweigten Röhren, welche sich zu zehn Gruppen vereinigen, die auf jeder Seite einer interradialen Scheidewand befestigt sind. Die am Ende abgerundeten Röhren hängen frei in dem Cölom der Scheibe und der Arme und zeigen auf der Höhenstufe ihrer Entwicklung ein knotiges Ansehen, wie Rosenkränze. Die Stämme der Büschel, deren sich in jeder Gruppe etwa ein halbes Dutzend findet, setzen sich an die innere Seite der Rückenhaut an und wenn man diese von aussen aufmerksam untersucht, so findet man in dem zwischen den Armen einspringenden Winkel auf jeder Seite einer Scheidewand und in unmittelbarer Nähe des Innenrandes der Seitenplatten eine wechselnde Zahl (bis zu sechs) feiner Oeffnungen, welche dem inneren Ansatzpunkte der Büschel entsprechen. Durch diese Oeffnungen werden die Geschlechtsproducte, Eier und Samen, ausgestossen. Die Befruchtung geschieht im umgebenden Meerwasser, doch legen sich die Thiere so an einander, dass die Geschlechtsporen einander genähert werden.

Die Structur der Geschlechtsröhren ist ziemlich einfach. Auf der Aussenseite findet man das allgemeine Epithel des Cöloms, Flimmerhaare, Cuticula, Wimperzellen, sodann eine zuweilen recht mächtige Schicht von Bindegewebe, welche durch einen Lückenraum, der oft von Faserbrücken durchsetzt ist, in zwei Lagen gespalten wird. Dieser Lückenraum bildet also einen ringförmigen Sinus um die Röhre; er steht in offener Verbindung mit den Lückenräumen in der Haut, und die Entstehungsgeschichte der Geschlechtsröhren zeigt in der That, dass alle diese Schichten mit sammt dem Lückenraume, nur Fortsetzungen der Haut und die Geschlechtsröhre nur eine Einstülpung

des Tegumentes nach innen ist. Nach innen von der Bindegewebeschicht finden sich ursprünglich Epithelialzellen, welche oft die Höhle der Röhre ganz ausfüllen und von welchen aus Eier und Samenzellen sich entwickeln. Die Geschlechtszellen sind anfänglich bei beiden Geschlechtern gleich; sie differenziren sich erst nach und nach. Die reifen Eier besitzen eine von nicht modificirten Epithelialzellen gebildete Follikelhülle, darunter eine klebrige Eiweisshülle (Strahlenzone) und endlich die gewöhnlichen Elemente eines Eies: Dotter, Keimbläschen und Keimflecke. Die Entwicklung der Samenzellen ist noch nicht eingehend verfolgt worden; man hat in den männlichen Geschlechtsröhren ähnliche Bildungen gefunden, wie bei den Comatulen. Der wahrscheinlichen Verbindungen zwischen den Ausgängen der Geschlechtsröhren und dem Endstrange des Dorsalorganes haben wir bei diesem letzteren Erwähnung gethan.

Man weiss, dass bei den meisten Seesternen die Entwicklung eine Phase freier, im Meere schwimmender Larven einschliesst, die *Bipinnaria* genannt wurden. Diese Larven schlagen bei ihrer Weiterentwicklung zwei verschiedene Wege ein; bei den einen constituirt sich der definitive Seestern direct; bei den anderen ist eine zweite pelagische Larvenform, *Brachiolaria*, eingeschoben, welche eigenthümliche Anheftungsorgane besitzt, die später abgeworfen werden. Bei einer geringen Zahl von Asteriden ist die pelagische Larvenform gänzlich ausgefallen; die Eier werden irgendwo angeklebt und die Mutter bildet eine Art Brutkuppel darüber mit ihrem Leibe. Zuweilen findet sich auch im Körper selbst eine Bruttasche für die Jungen, welche in allen diesen Fällen besondere Haftapparate besitzen, die später abgeworfen werden. Die Axen und Ebenen der sich bildenden Seesterne entsprechen niemals denjenigen der Larven, worin sie sich entwickeln. Wir verweisen hinsichtlich der Entwicklung auf die embryologischen Schriften.

Mit Ausnahme einiger unbedeutender Abänderungen zeigt die anatomische Structur der eigentlichen Stelleriden nur wenig Verschiedenheiten, während die Körperform alle möglichen Zwischenformen zwischen einem Fünfeck (*Palmipes*, *Asterina*) und einem Sterne zeigt, dessen Arme von der Körperscheibe fast gänzlich abgesetzt sind (*Brisinga*). Auch die Bildung der Tegumente und ihrer Anhänge variirt sehr. Wir zählen nur die wesentlichsten Verschiedenheiten auf.

Die meisten Stelleriden besitzen *Pedicellarien*, Zangen mit zwei dicken, hakigen Blättern, wie Kneifzangen, die fast unmittelbar der Haut aufsitzen. Jedes Zangenblattt ist von einem Kalkstücke gestützt und die beiden Backen sind am Grunde, wo sich ziemlich unbedeutende Muskelfasern finden, mit einander eingelenkt. Die Zangen sind überall von der allgemeinen Oberhaut des Körpers überdeckt. Der kurze Stiel des Organs zeigt, wenn er überhaupt vorhanden ist, die Structur der Haut. Die Pedicellarien fehlen durchaus der Gruppe, welcher unsere typische Art, *Astropecten aurantiacus*, angehört. — Ein kurzer Afterdarm existirt wohl ursprünglich bei allen Stelleriden

auf der Rückenseite, wo der After eine centrale oder wenig excentrische Stellung einnimmt. Meist besteht er während des ganzen Lebens (*Asteracanthion, Solaster, Brisinga*), aber bei manchen Gattungen, zu denen auch unsere typische Art gehört, schliesst sich der After und verschwindet spurlos, während oft noch ein Rudiment des Rectums übrig bleibt, wie wir gezeigt haben. — Die Entfernung, bis zu welcher die Blinddärme in das Cölom der Arme vordringen, wechselt bedeutend; man kann im Allgemeinen annehmen, dass das distale Viertel der Arme keine Blinddärme mehr enthält. Die Gattung *Brisinga* unterscheidet sich von allen anderen Stelleriden durch die Kürze ihrer Blinddärme, welche höchstens bis zu einem Drittel der langen und dünnen Arme vordringen, und nähert sich durch diesen Bau, wie durch die Körperform den Ophiuriden. Bei den meisten Gattungen findet man nur einen Steincanal und eine stets in einem Interradialraume auf der Rückenseite gelegene Madreporenplatte. Aber es giebt auch Gattungen, wie z. B. *Ophiaster*, bei welchen mehrere Steincanäle und mehrere Madreporenplatten sich vorfinden. Wir besitzen noch keine ins Einzelne gehende Anatomie dieser Typen und haben namentlich keine genauere Kenntniss der Beziehungen zwischen dem oder den mehrfachen Dorsalorganen und den entsprechend vermehrten Steincanälen. Der Steincanal ist übrigens bei vielen Arten weit einfacher gebaut, als bei unserer typischen. Bei *Echinaster* finden sich nur zwei nach innen vorspringende Leisten. — Die Bildung des Nerven-, Berieselungs- und Lacunensystems ist ziemlich annähernd dieselbe; ebenso diejenige des Wassergefässsystems, freilich mit dem Unterschiede, dass mehrere Gattungen (*Asteracanthion, Solaster*) statt zwei, vier Reihen von Ambulacren in jeder Ambulacralfurche besitzen. Bei *Luidia, Brisinga* und anderen sind die Ambulacren conisch, wie bei unserer Art; aber bei den meisten (*Asterias, Solaster, Palmipes, Asteracanthion*) erweitern sie sich am Ende und bilden eine in der Mitte vertiefte Scheibe, die als Saugnapf dient. Das Epithelium wie die Bindegewebsschicht sind an diesen Saugnäpfen sehr verdickt, die Nervenschicht dagegen nur schwach. Zahlreiche einzellige Drüsen, die einen klebrigen Schleim absondern, sind im Epithel dieser Saugnäpfe zerstreut, die durch dünne, aus Netzen gebildete Kalkscheiben gestützt werden. Die conischen Ambulacren dienen mehr zum Tasten, die mit Saugnäpfen versehenen eher zum Kriechen. — Die Geschlechtsorgane sind überall nach demselben Plane gebaut, es finden sich aber Verschiedenheiten in Beziehung auf die Lage und Anordnung der Ausführungsöffnungen. Bei einigen Gattungen (*Echinaster*) finden sich Büschel von Geschlechtsröhren bis zum Ende der Arme hin; bei *Brisinga* dagegen liegen die Büschel an einer etwas aufgeschwollenen Stelle der Arme in einiger Entfernung von ihrem Ansatze an der Scheibe. Endlich liegen bei der mittelmeerischen *Asterina gibbosa* die Genitalöffnungen auf der Bauchseite zu zweien in jedem Interradialraume. Die knopflochartigen Oeffnungen führen in einen längsgefalteten Canal, der in der Körperwand nach oben steigt, um sich zu den an der Rückenseite angehefteten Geschlechtsbüscheln zu begeben. Diese Ausnahme ist um so merkwürdiger, als andere Arten derselben Gattung die Oeffnungen an der gewöhnlichen Stelle zeigen. — Bei *Pteraster miliaris* bildet sich auf der Rückenseite des Thieres, wahrscheinlich durch Abspaltung der Tegumente, eine weite Bruttasche aus, die mit dem centralen After, der in Form eines Schlauches hervorsteht, in offener Verbindung steht. In dieser Tasche entwickeln sich die Larven, bis sie ihre definitive Form erlangt haben. Bei anderen ausländischen Arten findet man ähnliche Bildungen.

Die *Ophiuriden* unterscheiden sich sowohl durch die allgemeine Körperform, wie durch die charakteristischen Züge ihrer Organisation so sehr von den Stelleriden, dass man sie wohl als eigene Classe ansehen könnte. Die

bei den pelagischen *Euryaliden* in Endranken getheilten Arme sind scharf von dem scheibenförmigen Körper abgesetzt, während ihr Skelett sich auf der Bauchseite bis zum Munde fortsetzt, der im Centrum der Scheibe liegt und ebenso viele Winkelspalten zeigt, als Arme vorhanden sind. Auf jeder Seite der Arme findet sich auf der Bauchseite eine Spaltöffnung, die in eine weite Geschlechtstasche führt. Bei den fünfarmigen Arten findet man demnach zehn solcher Spalten. Die Arme zeigen keine Ambulacralfurchen; die kleinen Ambulacren, die nur zum Tasten dienen, treten an den Seiten der Arme durch Löcher aus, die zwischen den Kalkstücken angebracht sind. Die auf den Tegumenten sitzenden Schuppen, Stacheln, Warzen etc. sind ausserordentlich mannigfaltig, zeigen aber durchaus dieselben Beziehungen zum Tegumente, wie die Stacheln der Stelleriden. Wir verweisen hinsichtlich der Beschreibung und Parallelisirung des Skelettes auf die Arbeiten von Ludwig. — Der Mund führt in einen weiten Magensack, der ebenso viel Taschen hat, als Arme vorhanden sind. Diese Taschen sind noch durch einspringende Falten getheilt, aber man findet keine Verlängerungen in die Arme; die Blinddärme der Stelleriden fehlen durchaus. Man findet in den Armen nur die sehr reducirte Höhle des Cöloms, die Muskeln und übrigen, bei den Stelleriden entwickelten Bildungen, aber bedeutend modificirt. Die Ambulacralstücke berühren sich in der Mittellinie; unmittelbar unter ihnen befindet sich der Wassergefässcanal des Armes, der nach rechts und links Zweige abgiebt, welche die Interambulacralstücke durchsetzen, und sich nach vorgängiger Bildung eines Ventilapparates in die Ambulacren erweitern. Der Wassercanal ist von dem Nervenstreifen, der dasselbe wimpernde Palissaden-Epithelium wie bei Asterias zeigt, durch einen gefässartigen Lückenraum getrennt, der durch keine Scheidewand getheilt ist. Bei einigen Arten (*Ophiura texturata* nach Lange) verdickt sich die Nervenfaserschicht seitlich durch Zellen, welche Lange für Nervenzellen hält, so dass scheinbar längliche, durch Quercommissuren verbundene Ganglien gebildet werden. Auf dem Streifen findet sich ein Strang oder Canal, der in den dorsalen Lückenraum vorspringt, einen runden Durchschnitt zeigt und als ein Gefäss betrachtet wird; seine Beziehungen sind noch nicht aufgeklärt. Wir halten ihn vorläufig für den sterilen Geschlechtsstrang. Endlich ist der Streifen auf seiner Ventralfläche nicht frei, sondern von einer Reihe in der Mittellinie fest verlötheter Kalkstücke bedeckt, die sich bis zwischen die Austrittslöcher der Ambulacren ausdehnen. Aber diese Verschlussstücke sind gegen den Streifen rinnenartig ausgehöhlt und da diese Rinne die Breite des Streifens besitzt, so liegt doch dessen ventrale Seite frei in der Rinne, welche durch die Austrittslöcher der Ambulacren mit dem umgebenden Medium communicirt. Die ventrale Seite des Streifens mit ihren Wimpern ist demnach, wie bei den Stelleriden, vom Seewasser umspült, aber durch die schützenden Schliessstücke überwölbt. Die Streifen der Arme vereinigen sich in einem Ringe um den Mund, ebenso wie die Wassergefässcanäle, und mit dem von diesen gebildeten Ringcanale stehen mittelst hohler Stiele eine variable Anzahl von Poli'schen Blasen in Verbindung, die in dem Cölom der Körperscheibe schwimmen. Ein bedeutender Unterschied von den Stelleriden wird durch die Thatsache hergestellt, dass vielfache Madreporenplatten vorhanden sind, welche auf der Ventralseite der Scheibe in unmittelbarer Nähe des Mundes liegen. Der gewundene Porencanal einer jeden dieser Platten endet mittelst einer von Pflasterepithelium ausgekleideten Ampulle in einen einfachen Steincanal ohne innere Complication, der aber mit dem bekannten Wimperepithelium überzogen ist. Diese Steincanäle münden in den Ringcanal und sind in einiger Entfernung lose von schlauchförmigen Hüllen umgeben, auf deren Innenwänden sich drüsige Bildungen zeigen, die wohl ohne

Zweifel dem Dorsalorgan entsprechen. Die Beziehungen dieser drüsigen Bildungen zu den Geschlechtsorganen sind noch nicht hinlänglich klar gestellt. Die Geschlechtstheile selbst bestehen aus kurzen, oft birnförmigen Schläuchen, welche nach bestimmten Richtungslinien den sehr dünnen Wänden der geräumigen Taschen aufgesetzt sind, deren Ende sich über die Dorsalfläche des Magens herüberkrümmt, während sie auf der Ventralseite durch die eben beschriebenen Spalten sich öffnen. Diese Taschen werden zu förmlichen Bruttaschen bei denjenigen Ophiuriden, welche lebendige Junge gebären, die keine Larvenform mehr zeigen. Die pelagischen Larven der Ophiuriden haben, wie bekannt, die Pluteusform und gleichen vielmehr den Larven der Seeigel als denjenigen der Stelleriden.

Alle Asteriden regeneriren sehr leicht abgebrochene oder beschädigte Arme. Die regenerirten Theile zeigen indess manche Unregelmässigkeiten und eine geringere Entwicklung der bildenden Elemente. Ausserdem hat man bei einigen Arten von *Linckia* und *Ophidiaster* nicht nur die Sprossung neuer Arme auf der Scheibe, sondern auch auf einem isolirten Arme beobachtet, so dass dieser einem Kometen glich. Endlich vermehren sich einige Arten (*Asteracanthion tenuispinus* und *Ophiactis virens*) in normaler Weise durch spontane Theilung. Die in Neapel gemeine Ophiactis ist von Simroth eingehend beobachtet worden. Sie hat meistens sechs Arme und theilt sich oft in zwei dreiarmige Hälften. Hinsichtlich der Einzelheiten verweisen wir auf Simroth.

Literatur. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und Steinseeigels. Landshut, 1816, fol. — v. Siebold, Zur Anatomie der Seesterne. Müller's Archiv, 1866. — Joh. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Mitth. Akad., Berlin, 1853. — J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1842. — E. Häckel, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie, Bd. X, 1860. — H. S. Wilson, *The nervous system of the Asteridae. Transact. Linnean Society*, T. XXIII, 1860. — C. Mettenheimer, Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesternes. Müller's Archiv, 1862. — L. Jourdain, *Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens.* Comptes rendus, T. LX, 1865. — Ders., *Recherches sur l'appareil circulatoire de l'Étoile de mer commune*, ibid., T. LXV, 1867. — Ders., *Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les oeufs sont évacués chez l'Astérie commune*, ibid., T. XCIV, 1882. — Owsjannikow, Ueber das Nervensystem der Seesterne. Bullet. Acad., Saint-Pétersbourg, 1870, T. XV. — Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Naturwissenschaften zu Marburg, cinq mémoires, 1871, 1872, 1876, 1879. — E. Baudelot, *Contributions à l'histoire du système nerveux des Echinodermes. Arch. Zool. expérimentale*, 1872. — C. K. Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden. Niederländ. Archiv für Zoologie, Bd. II, 1874. — Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jena, Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. X, 1875. — W. Lange, Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb., Bd. II, 1876. — Hubert Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXX, 1878. — Ders., *Trichaster elegans*, ibid., T. XXXI, 1878. — Ders., Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, ibid., ibid. — Ders., Ueber die Genitalorgane der *Asterina gibbosa*, ibid., ibid. — Ders., Zur Kenntniss der Gattung *Brisinga*, ibid., ibid. — Ders., Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, ibid., Bd. XXXIV, 1880. — Ders., Zur Entwicklung des Ophiurenskelettes, ibid., Bd. XXXVI, 1882. — Ders., Entwicklungsgeschichte der *Asterina gibbosa*, ibid., Bd. XXXVII, 1882. — H. Simroth, Anatomie und Schizogonie der *Ophiactis virens*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXVII, XXVIII, 1877. — E. Perrier, *Recherches sur les pédicellaires et les*

ambulacres des Astéries et des Oursins. Arch. Zool. expérim. Vol. III, 1874. — Ders. et J. Poirier, *Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. Comptes rendus*, T. XCIV, 1882. — O. Hamann, Beiträge z. Histologie d. Echinodermen. Heft 2. Die Asteriden. Jena, 1885.

Classe der Seeigel (*Echinida*).

Das Skelett dieser Echinodermen setzt sich aus Kalkplatten zusammen, welche unter sich meist durch Nähte vereinigt sind, die immer eine, wenn auch nur ganz geringe Quantität feinfaseriger Bindesubstanz enthalten. Immerhin leben in grossen Tiefen einige wenige Arten (*Calveria, Phormosoma*), bei denen diese Bänder in der Weise gelockert sind, dass die mehr oder weniger über einander gelagerten Platten der Schale unter sich beweglich werden. Bei allen anderen Seeigeln finden wir die meist fünfeckigen Platten über den ganzen Körper fest vereinigt, ausgenommen um den Mund herum, am Peristom und um den After, am Periproct, wo meist kleine Platten in einer ziemlich dicken, lederartigen Haut lose eingefügt sind.

Der Körper wechselt in seiner Form stark; bald ist er fast kugelförmig, bald eiförmig, bisweilen erhaben, häufiger aber noch zu einer Scheibe platt gedrückt, welche in manchen Fällen am Rande Durchbohrungen oder Einschnitte erkennen lässt (*Lobophora, Encope, Rotula*).

Bei den regelmässigen Seeigeln kann man eine Verticalaxe unterscheiden; dieselbe geht durch den in der Mitte der Bauchseite gelegenen Mund und durch den Mittelpunkt eines auf dem Scheitel der Rückenseite gelegenen Fünfecks, gegen welches die Ambulacralzonen convergiren und wo auch der After sich befindet. Letzterer liegt nie genau im Mittelpunkte der oberen Seite, sondern immer ein wenig seitwärts. Von genannter Axe gehen die fünf Strahlen aus, welche auf der Schale sichtbar sind. Die lebenden Seeigel besitzen nur einen, immer genau central gelegenen Scheitelpol. Dagegen giebt es fossile Arten (*Dysasteriden*), bei denen zwei Ambulacralzonen sich zum Bivium und auf einem anderen Punkte drei weitere Zonen zum Trivirum vereinigen. Bei den lebenden Arten also ist die Axe genau durch eine verticale Linie bestimmt, welche durch den Scheitelpol geht.

Die Bestimmung dieser Axe ist insofern von Wichtigkeit, als bei den unregelmässigen Seeigeln After und Mund in entgegengesetzter Richtung ihren Platz ändern. Bei den einen (*Clypeastriden*) ist der Mund noch central, während der After gewissermaassen in dem unpaarigen Interradius gegen den Rand des Körpers hingleitet, so dass er in einigen Fällen ganz an den Rand oder sogar auf die Bauchseite nahe am Rande zu liegen kommt. Bei den anderen (*Spatangoïden*) verschiebt

sich auch der Mund in der Richtung des vorderen Ambulacrums. Durch diese Verschiebungen lässt sich dann eine verticale Mittelebene erkennen, welche mitten durch den unpaaren Strahl und den ihm gegenüber liegenden Interradialraum geht. Diese Mittellinie theilt den Körper des Seeigels in zwei symmetrische Hälften und lässt sich noch, wenn auch kaum bemerkbar, bei den regelmässigen Arten erkennen.

Man unterscheidet immer fünf Strahlen, welche um die Centralaxe gruppirt und bei den regelmässigen Seeigeln ziemlich gleichförmig sind, während sie bei den unregelmässigen verschiedene Entwicklung zeigen. Man kann diese nach Meridianen geordneten Strahlen in der Weisse auffassen, als seien sie aus je einer durch eine doppelte Reihe von Löchern für die Ambulacren bezeichneten Ambulacralzone und zwei Interambulacralzonenhälften zusammengesetzt, welche zu beiden Seiten längs der Ambulacralzone sich hinziehen. Es giebt also fünf Ambulacralzonen und ebenso viele Interambulacralzonen, und da jede dieser Zonen aus zwei Plattenreihen zusammengesetzt ist, so haben wir im Ganzen deren zwanzig. Alle diese Platten sind bei den lebenden Seeigeln fünfeckig; die zu einer gleichen Zone gehörenden Platten berühren sich mit ihrer Spitze, wodurch eine Zickzacklinie hergestellt wird, während die zu verschiedenen Zonen gehörenden Platten gerade Grenzlinien zeigen.

Bei den regelmässigen Seeigeln breiten sich die Ambulacralstreifen, die bald gerade, bald wellenförmig, aber immer gleichförmig sind, über die ganze Länge des Meridians vom Periproct bis zum Peristom aus; bei den unregelmässigen dagegen sind sie immer ungleich und oft auf die Rückenseite beschränkt, wobei sie durch Auseinanderweichen eine Rosette bilden, deren Felder geschlossen oder gegen die Bauchseite hin geöffnet sein können. Bei den Spatangoïden wird die Rosette meist nur von vier Feldern gebildet, während das fünfte eine ganz andere Form darbietet. Die Oeffnungen zur Durchlassung der Ambulacren zeigen sehr verschiedene Anordnungen; sie stehen bald vereinzelt, bald sind sie, namentlich auf den Feldern der Rosetten, überdies durch Querlinien verbunden.

Die Schale ist immer mit Stacheln oder beweglichen Radiolen besetzt, welche nach Dicke und Länge sehr variiren, ferner mit Pedicellarien, häufig mit Sphäridien und bei den Spatangoïden mit wimpernden, keulenförmigen Anhängen, welche auf bestimmten Bändern angebracht sind, die man Semiten oder Fasciolen genannt hat.

Alle Seeigel mit centralem Mund besitzen einen mehr oder weniger complicirten Kauapparat, der bei denjenigen mit excentrischem Munde ganz fehlt. Dieser Charakter scheint uns für die Eintheilung sehr wichtig zu sein, welche wir folgendermaassen festsetzen:

Ordnung der gezähnten Seeigel. — Der Mund ist central, mit Kauapparat versehen. Fünf Genitaldrüsen.

Unterordnung der Regelmässigen. — Die Ambulacralfelder sind gleichförmig und nehmen je einen ganzen Meridian ein. After subcentral auf dem Scheitelpol. Echinothuriden mit sehr schmalen, wellenförmigen Ambulacralfeldern, grossen und dicken Radiolen. Beispiele: *Cidaris*, *Salenia*. Echiniden mit breiten Ambulacralfeldern und dünnen Radiolen. Beispiele: *Diadema, Echinus, Strongylocentrotus, Echinometra.*

Unterordnung der Unregelmässigen. — Form gewöhnlich platt. Ambulacralrosette mit fünf Feldern: After excentrisch. Beispiele: *Clypeaster, Laganum, Lobophora, Mellita, Rotula.*

Ordnung der zahnlosen Seeigel. — Mund und After excentrisch. Kauapparat fehlt. Ambulacralrosette meist aus vier Feldern bestehend. Vier Genitaldrüsen.

Unterordnung der Cassiduliden. — Mund subcentral, fünfblätterige Rosette oder bandförmige Ambulacren. Beispiele: *Echinoneus, Echinolampas.*

Unterordnung der Spatangoïden. — Mund excentrisch und transversal mit vorspringender Lippe. Beispiele: *Pourtalesia, Spatangus, Brissus, Schizaster.*

Typus: *Strongylocentrotus lividus* (Brdt.), *Toxopneustes lividus, Echinus lividus* (L.). — Gemeiner Seeigel, fast über alle europäischen Länder verbreitet. Er findet sich bis zur Grenze der Ebbe in geringen Tiefen, unter Pflanzen und in Vertiefungen von Felsen versteckt. An den Ufern des Mittelmeeres werden die Genitaldrüsen überall gegessen, weshalb man den Seeigel auf den Märkten leicht erhalten kann. Für unsere Arbeit kamen uns namentlich die ausgezeichneten Untersuchungen von Köhler über die Seeigel an den Küsten der Provence zu statten (v. Literatur).

Orientirung. — Bei genauerer Betrachtung des Scheitelpols des Seeigels bemerken wir eine Rosette, die aus fünf grösseren Platten besteht, deren jede an ihrer äusseren Spitze ein auch mit blossem Auge sichtbares Loch wahrnehmen lässt, durch welches die Geschlechtsproducte austreten. Diese Platten werden die Genitalplatten genannt. Die Rosette, welche durch fünf weitere kleine Zwischenplatten, die sogenannten Ocellarplatten, vervollständigt wird, begrenzt einen kreisrunden Innenraum, in welchem der etwas excentrisch gelegene After sich befindet, der von kleinen beweglichen Plättchen umgeben ist. Eine der Genitalplatten zeichnet sich durch Dicke und sammtartiges Aussehen ihrer Oberfläche aus; dies ist die Madreporenplatte, von der aus feine Röhrchen in den Steincanal führen. Wie bei dem Seestern befindet sich die Madreporenplatte nebst den übrigen Genitalplatten je in einer Interambulacralzone und gegenüber einem Ambulacral-

bande. Wir nehmen also wie dort eine centrale Axe, welche durch Mund und Scheitelpol geht, und eine Verticalebene an, deren Stellung durch die Centralaxe, die Madreporenplatte und die ihr gegenüberliegende Ambulacralzone bestimmt ist. Diese Verticalebene theilt demnach den Seeigel in zwei gleiche Hälften, deren jede aus zwei Ambulacralzonen mit ihren Intervallen und aus der Hälfte einer Ambulacral- und einer Interambulacralzone zusammengesetzt ist. Wir nennen die so getheilte Ambulacralzone den vorderen Strahl, während die Madreporenplatte die hintere Seite einnimmt. Stellen wir den Seeigel auf die Mundseite, die Madreporenplatte gegen den Beobachter gerichtet, so haben wir eine rechte und eine linke Hälfte. Wir wiederholen, dass diese Orientirung eine rein anatomische ist wie bei den Seesternen.

Präparirung. — Um die Ambulacralröhren im ausgedehnten Zustande studiren zu können, muss man den Seeigel tödten, indem man entweder Chloroform dem Meerwasser beifügt oder die Oberfläche des Wassers behutsam mit einer dünnen Schicht Alkohol bedeckt, der zwar obenauf schwimmt, sich aber durch Diffusion langsam verbreitet. Die Ambulacren behalten dann oft die Ausdehnung bei, welche sie in lebendem Zustande hatten. Für die übrigen anatomischen Untersuchungen tödtet man das Thier in einer Sublimatlösung, wobei man vorerst die Schale an zwei gegenüberliegenden Stellen durchlöchert, um das im Cölom enthaltene Wasser ausfliessen und den Sublimat ins Innere eindringen zu lassen. Spätestens in einer halben Stunde, nachdem der Sublimat die zarteren Gewebe fixirt hat, wäscht man den Seeigel mit Wasser aus und legt ihn fast zwölf Stunden lang in eine stark verdünnte Pikrocarminlösung ein. Die organischen Gewebe werden dadurch roth gefärbt und unterscheiden sich so sehr leicht von den Kalkstücken, welche farblos bleiben, was das Präpariren wesentlich erleichtert. Die weichen Gewebe, welche zu mikroskopischen Schnitten bestimmt sind, kann man dann in Alkohol erhärten. In allen Fällen, wo in den Schnitten auch Kalktheile vorkommen, müssen erstere nach dem Verfahren, wie wir es bei Besprechung der Haar- und Seesterne entwickelt haben, entkalkt werden. Die Structur der Kalkstücke studirt man an trockenen Plättchen, welche bis zur Durchsichtigkeit abgeschliffen sind. Die Injectionen, welche man durch den Steincanal und das Dorsalorgan einführen kann, sollen mit kalten Massen, z. B. mit arabischem Gummi oder mit gefärbtem Terpentinöl, gemacht werden. Die Gewebe zerreissen wegen ihrer ausserordentlichen Feinheit leicht beim geringsten Drucke. Nach unserer Erfahrung gehen die Einspritzungen viel leichter von statten, wenn man zuvor die Gewebe nur während einiger Minuten in Sublimatlösung eintaucht und so erhärtet. Selbstverständlich können manche Untersuchungen, wie z. B. über Flimmerepithelien, nur an lebenden Individuen gemacht werden.

Will man die Schale in einer bestimmten Richtung, z. B. kreisförmig, zerschneiden, so zeichnet man zuerst den Schnitt mit einer feinen Säge vor, die aber ziemlich tief eindringen soll. Wenn man nur die Scheere dazu verwendet, so läuft man Gefahr, Risse nach verschiedenen Richtungen zu verursachen.

Haut und Skelett. — Die Tegumente studirt man am besten an den beweglichen Membranen, welche die Mund- und Aftergegend und namentlich die Mundgegend bedecken. In der Dicke dieser beiden Ausbreitungen sind zwar scheibenförmige Kalkkörper eingelagert, welche aber nicht so fest sind, dass ein Zerschneiden nach jeder Richtung nicht möglich wäre.

Der Hauptbestandtheil der Haut ist ein feinfaseriges Bindegewebe, in welchem vereinzelte, zum Theil amöboide Zellen, sowie braune, rothe und gelbe Pigmentstoffe liegen. Die äusseren Schichten des Gewebes sind lockerer und enthalten wahrscheinlich Nervenfäden; die inneren, dichteren sind an gewissen Stellen mit Muskelfasern vermischt. Die so gebildete Lederhaut ist nach aussen mit einem Pflasterepithel bedeckt, welches äusserst feine und zarte Flimmerhaare trägt.

Die Lederhaut mit dem Epithel setzt sich über die ganze Aussenseite des Körpers, über die Radiolen und Pedicellarien fort. Man sieht das sehr leicht, wenn man Seeigel ganz in Pikrocarmin taucht, wodurch alle organische Substanz stark roth gefärbt wird.

Die untere Schicht dringt überall in die Spalten und Zwischenräume der Kalkstücke ein, um sich dann als dünne Schicht über die innere Fläche der Schalenplatten auszubreiten. Das ganze Skelett befindet sich also in der Dicke der Haut, deren innere Fläche das Cölom begrenzt und abermals mit einem flimmernden Pflasterepithel überzogen ist. Die Bindegewebsfasern der Haut setzen sich auch in die vielen Flechsen, Sehnen, Bänder und in das Mesenterium fort, welche die inneren Organe, wie z. B. den Darm und die Genitalien, befestigen. Alle diese Bildungen, wie auch die faserigen Umhüllungen der Organe sind mit demselben Flimmerepithel überzogen.

Die Structur der Kalkstücke ist im Grunde überall die gleiche; sie sind aus kleinen Stücken gebildet, die netzartig mit einander verbunden sind und deren Zwischenräume durch das Hautgewebe ausgefüllt werden. Die Zwischenräume sind oft ziemlich weit, oft aber so klein, dass die Substanz beinahe homogen wird, wie das z. B. am Grunde der Radiolen oder auf der Oberfläche der Stachelwarzen der Fall ist.

Die innere Seite der Platten, aus denen die Schale besteht, ist ganz glatt, ausgenommen an den beiden Polen. Um den Mund herum sieht man in der That einen Ring, der nach innen vorspringt, senkrecht gerichtet ist und an jedem der fünf Winkel, welche den Ambu-

lacralfeldern entsprechen, zwei krumme Streben bildet. Diese schliessen eine Oeffnung in Gestalt eines Spitzbogens ein, durch welche die Muskeln, Gefässe und Nerven nach dem Kauapparat hindurchgehen. Zwischen jenen Spitzbogen oder Auricularfortsätzen bemerkt man zehn Einkerbungen, welche auch von aussen her sichtbar sind. Der Scheitelpol ist in ähnlicher Weise von einem Ringe umgeben, welcher nach innen nur wenig vorspringt, unter der Madreporenplatte aber sich verdoppelt und dicker wird.

Die äussere Fläche der Schale dagegen ist mit vielen kreisförmigen, rundlichen Warzen geziert, welche verschiedene Grösse haben und meist in der Mitte ein Knöpfchen tragen. Die dicken Warzen sind in Meridianreihen geordnet, deren Zahl gegen die Pole hin abnimmt. Am Aequator stehen in einer Ambulacralzone vier und in einer Interambulacralzone je sechs Reihen. Die dicken Warzen tragen die grossen Stacheln. Zwischen ihren Reihen befinden sich kleinere Warzen von ähnlicher Bildung, auf welchen die kleinen Stacheln und die Pedicellarien eingelenkt sind.

Auf der Scheitelspitze befindet sich eine Rosette, zusammengesetzt aus zehn Platten, welche um das Periproct einen Kreis bilden. Die Rosette wird aus fünf pentagonalen Genitalplatten gebildet (*c*, Fig. 297, a. f. S.), deren Grundflächen zusammen den Kreis schliessen und die sich an ihren gleichmässigen Rändern berühren. Jede Platte besitzt eine nach aussen gewendete freie Ecke, die an ihrer Spitze eine Oeffnung trägt, durch welche die Geschlechtsproducte austreten. Eine dieser Platten ist grösser und gewölbter als die übrigen und von sammtartigem Aussehen: es ist die Madreporenplatte (*d*, Fig. 297). Die Zwischenräume zwischen den Spitzen der Genitalplatten werden durch fünf kleinere, sogenannte Ocellarplatten (*e*, Fig. 297) ausgefüllt, welche an ihrer nach aussen gerichteten Basis eine kleine Ausrandung besitzen.

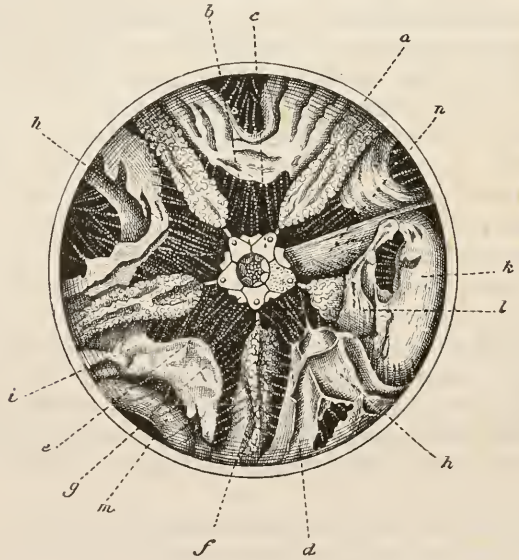
Die Platten der Ambulacralzonen zeigen an ihren äusseren Rändern ziemlich feine Poren, welche, paarweise geordnet, zur Durchlassung der Ambulacren bestimmt sind. Die Zahl dieser Poren wechselt; doch kommen mindestens vier Paare auf jeder Platte vor; Valentin hat auf einem Seeigel von mittlerer Grösse im Ganzen 3200 gezählt.

Die beweglichen Fortsätze, welche auf den Warzen stehen, sind zweierlei Art: Stacheln oder Radiolen und Pedicellarien, welch letztere offenbar die ursprünglichen Formen der Stacheln darstellen, da sie zuerst bei den jungen Seeigeln auftreten. Man kann die Stacheln als Pedicellarien betrachten, bei denen sich nur der Stiel entwickelt hat, während die Zange am Ende verschwunden ist.

Die Stacheln oder Radiolen unserer Species sind der Form nach Stäbchen, welche gegen das Ende immer dünner werden und zwanzig

Längskanten aufweisen. Das untere befestigte Ende ist napfartig ausgehöhlt; seine Höhlung ist auf dem obersten Theile der Warze so eingelenkt, dass sich der Stachel nach jeder Richtung hin frei bewegen kann; ein krausenartiger Ring umgiebt den Griff, und über demselben ist ein Gelenkband aus radial gestellten Bindegewebefasern befestigt. Auf dieser Gelenkkapsel breiten sich strahlenförmig homogene Muskelfasern aus, welche einen deutlichen Kern haben und sich an dem eingekerbten Kreisrande der Warze befestigen. Das Ganze wird von der Bindeschicht der Schale mit dem Epithel bedeckt und erhält durch Pikrocarmin eine sehr lebhafte Farbe. Die innere Structur des Stachels ist so beschaffen, dass ein Querschnitt uns ein Rad zeigt, dessen

Fig. 297.

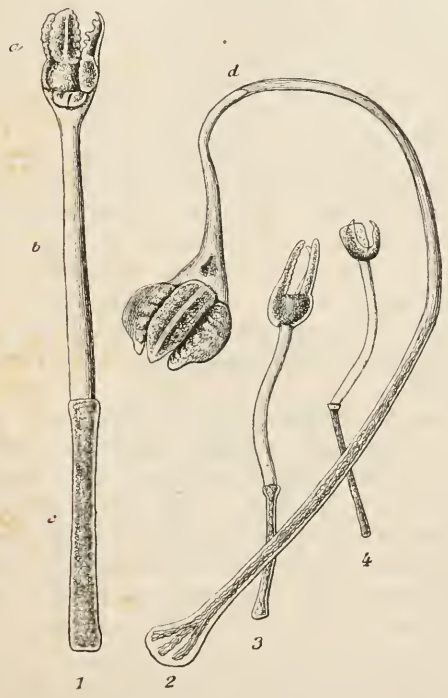


Diese Zeichnung bezieht sich wie auch die folgenden auf unsere typische Species, den *Strongylocentrotus lividus*. Der Seeigel ist von oben geöffnet und der obere Theil der Schale durch einen Kreisschnitt entfernt. Das Periproct hat seinen Platz behalten und die Organe sind in ihrer normalen Stellung sichtbar. Natürliche Grösse. *a*, das Innere der durchschnittenen Schale; *b*, After, der ein wenig excentrisch zwischen kleinen beweglichen Plättchen liegt; *c*, Genitalplatten; *d*, die Madreporenplatte, welche mit den vier übrigen Genitalplatten die Scheitelrosette bildet; *e*, ausgerandete Zwischenplatten, die sogenannten Ocellarplatten; *f*, die Genitaldrüsen, welche die fünf Interambulacralräume einnehmen; *g*, ihre Ausfuhrcanäle, welche sich zu den Oeffnungen der Genitalplatten begeben; *h*, Spitzbogen; *i*, untere Bogen der zweiten oder oberen Windung des Darmes, leer, gefaltet und durch viele Bänder des Mesenteriums an die Schale geheftet; *k*, der erste Bogen der unteren Windung *l*; *m*, die untere Windung, in einem Spitzbogen sichtbar; *n*, Scheidewand des Mesenteriums, in welcher der Mastdarm verläuft.

Speichen aus einer sehr dichten Kalkmasse bestehen, während die Zwischenräume und der Rand durch ziemlich weitmaschige Netzbildungen geformt sind.

Die Pedicellarien (Fig. 298). — Diese Organe stehen überall zwischen den Stacheln zerstreut; man erhält sie am leichtesten, wenn man das Peristom lostrennt und mit einem recht scharfen Messer tüchtig schabt. Da alle verschiedenen Arten von Pedicellarien auf der Mundhaut vorhanden sind, so wird man immer unter dem Geschabsel welche finden, die noch an der Haut und an den kleinen Kalkschuppen befestigt sind, auf welchen sie sitzen. Um das Skelett der Pedicellarien zu studiren, muss man letztere mit Aetzkali behandeln, welches die weichen Theile auflöst.

Fig. 298.



Pedicellarien, sämmtlich von der Mundhaut genommen und in der gleichen Vergrösserung (Zeiss *A*) mit der *Cam. luc.* gezeichnet. 1) Ophicephales oder Mundpedicellarium; 2) Knospenförmiges; 3) Tridactyles; 4) Dreiblätteriges Pedicellarium. *a*, Köpfchen mit dreitheiliger Zange; *b*, weicher Theil; *c*, Schaft mit Kalkskelett oder Stielchen; *d*, Punkt, wo die Keule des knospenförmigen Pedicellariums endigt.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Pedicellarien aus einem längeren oder kürzeren Schaft bestehen, welcher ähnlich den Stacheln auf einem kleinen Wärzchen eingelenkt ist und an seinem freien Ende eine dreitheilige Zange trägt. Der Schaft, welcher nach aussen von einer Fortsetzung der Haut mit eingestreuten Kalkspiesschen gebildet ist, enthält einen Kalkstab, der auf dem Wärzchen eingelenkt ist; er setzt sich gegen die Spitze hin durch einen längeren oder kürzeren Theil ohne solchen Kalkstab fort. Das Ende des Schaftes ist ein wenig keulenartig verdickt und hier setzen sich die übrigens sehr feinen Abziehmuskeln der Zangenarme an. Letztere besitzen an der inneren Seite ihrer

Basis einen Kalkfortsatz, an welchen sich die Anziehmuskeln ansetzen. Man unterscheidet bei unserer Species, wie überhaupt bei den Echiniden fast allgemein, vier Arten Pedicellarien. Bei den tridactylen Pedicellarien (3, Fig. 298) ist die Zange an ihrem Grunde verdickt; die drei dünnen und schwachen Arme sind löffelartig ausgebreitet und tragen nie lange, spitze Zähne auf ihrer inneren Seite. Dagegen besitzen die knospenförmigen Pedicellarien (2, Fig. 298) drei dicke fleischige Backen, welche ein Skelett mit drei sehr langen, dünnen Zweigen in sich schliessen, deren jeder mit einem oberen und einem unteren Paar langer Zähne versehen ist; der Kalkstiel verliert sich gegen das Köpfchen hin, an dessen Grunde sich ein vereinzeltes Kalkpolster befindet, unmerklich in Spiesschen. Die kleinen dreiblätterigen Pedicellarien (4, Fig. 298) haben weite Zangen von der Form runder oder gekerbter Blätter, sowie einen sehr langen und dünnen Schaft. Sie sind viel seltener als die anderen zwei Arten, finden sich aber wie diese überall zwischen den Warzen der Schale zerstreut. Dagegen wachsen die ophicephalen Pedicellarien (1, Fig. 298) beinahe ausschliesslich auf der Mundmembran, sie sind dicker als die anderen, besitzen einen starken Schaft, und die drei löffelartig erweiterten Arme der Zange sind nach innen zierlich durchfurcht und tragen an ihrem proximalen Ende halbrunde Bogenfortsätze aus Kalk.

Die Pedicellarien scheinen die Aufgabe der Reinigung der Schale zu haben. Diejenigen auf der Rückseite schaffen den Koth, welcher aus dem After heraustritt, gegen den Aequator, um ihn dort ins Wasser fallen zu lassen; diejenigen der Bauchseite scheinen die nicht verzehrten Stoffe gegen die Peripherie hin zu schaffen. Dass sie auch Nahrung gegen den Mund führten, konnten wir nie wahrnehmen. Der Transport von der unteren Seite gegen die Peripherie hin dürfte namentlich bei den Seeigeln, welche Löcher in Felsen aushöhlen, ein sehr reger sein.

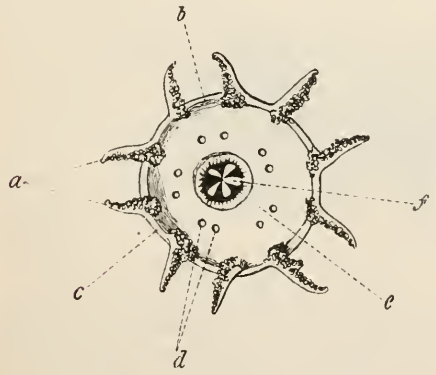
Die Sphäridien sind sehr kleine, runde Körperchen aus einer sehr harten, glasigen Substanz, welche wie bei einem Otolith in concentrischen Schichten gelagert ist. Diese Kügelchen werden von einem kurzen, dicken Stiel getragen, dessen netzartig gebildete Kalksubstanz sich in die Mitte des runden Körperchens fortsetzt und der selbst auf ein Wärzchen eingelenkt ist. Sie stehen in abwechselnden Paaren an den Nähten der ersten Ambulacralplatten um den Mund herum. Lovén betrachtet sie als Tastorgane.

Ausser den beschriebenen Organen findet man noch an den äusseren Rändern des Peristoms in einreihigen Büscheln Organe, welche Valentin die äusseren Kiemen (*a*, Fig. 299) nennt. Diese Organe stehen zehn an der Zahl auf den Einschnitten des Peristoms der Schale und in Folge dessen an den äusseren Rändern der Interambulacral-

felder. Es sind hohle und ästige Ausstülpungen der Haut, und ihre Höhlung steht durch eine ziemlich weite Oeffnung am Einschnitte mit dem Cölom in Verbindung. Von dem hohlen Stiel, der nach dem Interambulacralfelde hin gerichtet ist, gehen Zweige aus, welche ebenfalls hohl sind, sich weiter theilen und in kurzen blasenartigen Blindsäcken endigen. Die Structur dieser Organe ist ganz diejenige der Tegumente; das Flimmerepithel und die Pigmentbildungen sind in ihnen ziemlich entwickelt und sie enthalten in der Dicke ihrer Wandungen ziemlich feine Kalknetze. Diese Organe können keine ausgebildeteren Athmungsfunctionen besitzen als die Mundhaut selbst; sie scheinen uns morphologisch den Rückenröhrchen der Asteriden vergleichbar.

Verdauungsapparat. — Der annähernd fünfseitige Mund (*e*, Fig. 299) befindet sich in der Mitte der horizontalen Membran des Peristoms, umgeben von einer warzigen Lippe, deren Erhebungen strahlenartig geordnet sind. Gewöhnlich sieht man aus dem Munde einige Zähne hervorragen, deren Spitzen sich kreuzen. Das Flimmerepithel der Tegumente verschwindet auf der inneren Seite der Mundfalte, um dem eigenthümlichen Epithel des Darmcanals Platz zu machen.

Fig. 299.



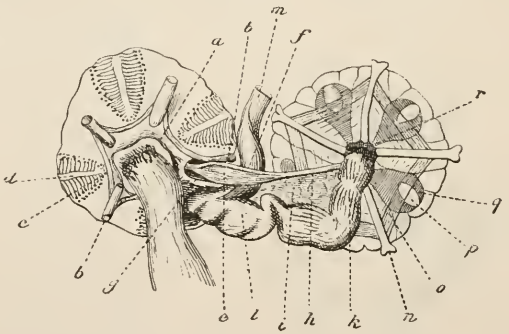
Das Peristom, ein wenig vergrössert und von unten gesehen. Die Mundhaut ist von allen Stacheln, Pedicellarien und Ambulacren entblösst: *a*, die zehn äusseren Kiemen; *b*, Ausgang einer Ambulacralzone; *c*, einer Interambulacralzone; *d*, Standorte der Mundambulacren, welche immer zu zweien einer Ambulacralzone gegenüberstehen; *e*, Mundlippe, innen gekerbt; *f*, Spitzen der Zähne.

Um den Darm in seiner ganzen Länge gut zu präpariren, muss man Individuen benutzen, welche in einem Aquarium möglichst lange ohne Nahrung gelebt haben. Sonst ist der Darm gewöhnlich, namentlich im unteren Theile von ungefähr 2 mm dicken Kügelchen so angefüllt, dass die sehr zarten Wände mit grösster Leichtigkeit zerreissen. Das Periprokt muss man an den Rändern der Scheitelrosette lostrennen und die Schale bis zum Aequator sorgfältig abheben, indem man vorsichtig die vielen Fasern des Mesenteriums, welche die Organe gegen die Schalenwandung hin befestigen, ablöst. Man erhält so, wenn man vom Periprokt weiter geht, ein Präparat, wie wir es in Fig. 297 gezeichnet haben. Ein ähnliches Präparat kann vom Peristom aus gemacht werden; man wird aber in diesem Falle besser thun, gegen die Peripherie hin ein Stück

der Schale als Brücke übrig zu lassen, um die Laterne in ihrer Stellung zu erhalten.

Die Anordnung des Darmcanals ist im Allgemeinen folgende: der enge Schlund mit fünfseitigem Querschnitt steigt durch die Mitte des Kauapparates, der sogenannten Laterne des Aristoteles (Fig. 300), in die Höhe. Auf der oberen Seite der Laterne angelangt, setzt er sich in die mit ziemlich dicken, weisslichen Wandungen versehene Speiseröhre (*k*, Fig. 300) fort. Diese besitzt Querrunzeln und ausserdem Längsstreifen, welche inneren Verdickungen der Binde- und Epithelschicht entsprechen. Die Speiseröhre steigt fortwährend aufwärts bis gegen die Madreporenplatte hin, auf deren rechter Seite sich eine verticale, vom Mesenterium gebildete Scheidewand befindet, welche den Mastdarm leitet. Hier biegt sich die Speiseröhre einwärts, bildet eine absteigende Schlinge und mündet in den Darm. In dieser Gegend

Fig. 300.



Das Periprokt ist links durch einen Kreisschnitt mit einem Stücke der Schale abgelöst und umgekehrt, so dass man seine innere Fläche mit dem durchschnittenen Rectum und den übrigen an derselben angehefteten Organen sieht. Rechts sieht man die Laterne von oben, mit der aufsteigenden Speiseröhre, welche hinter ihrer Umbeugung abgeschnitten ist. Das Dorsalorgan ist in seiner ganzen Ausdehnung, vom Ausgangspunkte unter der Madreporenplatte bis zum Ansatz an der Laterne erhalten. Natürliche Grösse. *a*, Ansatzstelle des Rectums von einem vorspringenden Rande der Schale umgeben; *b b*, Eileiter, der fünfte durch das Rectum verdeckt; *c*, pentagonaler Ring, welcher die fünf Eileiter vereinigt; *d*, Ambulacralzone mit den inneren Bläschen und den Verbindungsöffnungen zu den Ambulacren; *e*, Dorsalorgan und *f*, Steincanal, welche bei *g* an der Ampulle der Madreporenplatte entspringen und durch den combinirten Canal *h* gegen den Ausgangspunkt der Speiseröhre führen (die beiden Canäle, welche mit einander laufen, kann man hier mit blossem Auge nicht unterscheiden); *i*, Gekröslamelle, welche diese Organe an die Speiseröhre befestigt; *k*, aufsteigende Speiseröhre; *l*, absteigende Windung der Speiseröhre; *m*, ihr durchschnittenes Ende; *n*, die Zirkel der Laterne; *o*, Muskelstreifen, welche jene vereinigen, indem sie einen fünfseitigen Schirm bilden; *p*, Zahnfeder, welche in dem Hohlraum der Pyramide oder des Kiefers *q* vorspringt; *r*, centraler Hohlraum der Laterne, in welche die Speiseröhre sich einsenkt. (Um die Zeichnung nicht zu überladen, sind sowohl die Gefässringe um die Speiseröhre als auch die sogenannten Poli'schen Bläschen weggelassen.)

hören die dicken Wandungen der Speiseröhre auf, um in die sehr dünnen, durchscheinenden Wände des eigentlichen Darmes überzugehen. An diesem sieht man immer die erwähnten Bänder des Mesenteriums, welche an der Speiseröhre fehlen. Der letzteren entlang, aber auf der inneren Seite ihrer Windung setzt sich eine Gekrösfalte an, in welche der Steincanal und das Dorsalorgan eingeschlossen sind (*i*, Fig. 300). Der Darm macht einen Bogen und zeigt hier eine kleine Erweiterung oder Blinddarm. Indem er sich herablässt, legt er sich an die innere Wandung der Schale an und folgt ihr rundum bis gegen die rechte Seite der erwähnten Scheidewand, wo er wieder umkehrt, um in entgegengesetzter Richtung der inneren Fläche der Schale in ihrem oberen Theile zu folgen. Abermals bei der erwähnten Scheidewand angelangt, krümmt er sich in derselben in die Höhe und bildet das Rectum (*a*, Fig. 300). Der Mastdarm, von der Scheidewand umschlossen, steigt schief in die Höhe gegen die Afteröffnung, welche ein wenig excentrisch im Periprokt rechts von der Madreporenplatte liegt.

In der ganzen Länge dieser zweifachen Windung um die Schale, bildet der Darm Bogen, deren Spitzen den Ambulacralfeldern und deren Einsenkungen den Interambulacralfeldern entsprechen. In diesen Einsenkungen nun liegen die fünf Genitalorgane, und je nachdem diese Organe (*f*, Fig. 297) mehr oder weniger entwickelt sind, sind auch die Bogen weiter oder enger. Das hintere Ovarium, welches der Madreporenplatte entspricht, ist allein fast ganz von der Darmwindung bedeckt.

Die erste oder untere Windung des Darmes zeigt eine dunkle, braune oder weinrothe Farbe, während die zweite einen hellen, gelblichen Ton annimmt. In der ersten Windung läuft längs dem inneren Rande des Darmes der Darmsipho (*l*, Fig. 302; *z*, Fig. 303); ein Canal, der einerseits im letzten Theile der Speiseröhre, wo diese sich etwas erweitert, und andererseits am Ende der unteren Darmwindung in den Darm mündet.

Um den histologischen Bau des Darmes zu studiren, muss man nach Köhler Osmiumsäure anwenden. Alsdann findet man die Wände aus folgenden Schichten zusammengesetzt: 1) ein äusseres flimmerndes Pflasterepithel, welches auch sämmtliche Wände des Cöloms bedeckt; 2) eine äussere, sehr dünne Bindegewebeschicht, aus sehr feinen Fasern bestehend; 3) eine im Ganzen aus Querfasern gebildete Muskelschicht mit vereinzelten Längsfasern, welche in der Speiseröhre weit stärker sind; 4) eine innere Bindeschicht, welche in der Speiseröhre sich stellenweise verdickt und so Längswülste bildet. Diese Schicht enthält in der ersten Darmwindung viele gefässartige Lacunen, deren geronnener Inhalt körnige Inselchen von gelblicher Farbe bildet; 5) eine innere Epithelschicht, bestehend aus länglichen, körnigen, sehr

dünnen Zellen mit einer feinen Cuticula, welche sehr zarte Wimperhaare trägt. Diese Zellen sind in der Speiseröhre durchsichtig, in der unteren Windung hingegen mit vielen und dicken Körnchen überladen, welche in der oberen Windung seltener werden, um im Mastdarm ganz zu verschwinden. Der Darmsipho bietet im Grunde dieselbe Structur dar, wie der Darm selbst; allein die Wandungen sind dicker und das innere Epithel weniger hoch.

Es bleibt uns noch übrig, den Kauapparat, die sogenannte Laterne des Aristoteles (Fig. 300, 302, 303), zu beschreiben.

Diese ist im Ganzen eine Pyramide mit fünf ein wenig convexen Seiten, deren nach unten gerichtete Spitze durch die fünf Zähne gebildet ist, während ihre nach oben gekehrte Basis in der Mitte von der hier austretenden Speiseröhre durchbohrt wird. Durch diese Pyramide geht in der Mitte ein Canal mit fünfseitigem Querschnitt, welchen der Schlund einnimmt. Dieser ist in seinem unteren Theile ebenfalls fünfseitig, wird aber nach oben rund, bis er durch eine Verengerung in die Speiseröhre übergeht. Die fünf Seiten des Schlundes werden durch fünf Paare von Faserbündeln gebildet, welche sich unten vereinigen, um sich auf dem unteren Ende des Kauapparates anzusetzen.

Das Skelett der Laterne besteht aus fünf gleichartigen Theilen, von denen jeder wieder aus mehreren Stücken sich zusammensetzt. Das wichtigste Stück eines solchen Theiles ist der Kiefer, welchen Valentin die Pyramide nennt (*g*, Fig. 300). Diese Stücke zeigen einen dreieckigen Querschnitt mit fester, glatter Aussenseite und einer tiefen Furche in der Mitte. Die Furche erweitert sich nach oben zwischen zwei Kanten, die ein durchbohrendes Loch umgeben. Im Inneren sieht man zwei dreieckige Flächen mit feinen Querfurchen, welche sich in einem Winkel vereinigen und eine längliche Höhlung oder besser gesagt eine tiefe Rinne umgeben, welche den Zahn einschliesst. Dieser ist lang, säbelförmig gebogen und an seinem freien Ende nach Art einer Schreibfeder zugeschnitten. Sein oberes, etwas weicheres Ende, die Feder, wird durch eine Blase gekrönt, welche eine Flüssigkeit enthält und offenbar die Bildungssubstanz des Zahnes liefert. Die Zähne wachsen in dem Maasse vorwärts, als sie sich an der Spitze abnutzen. Sie werden von einer anscheinend homogenen Membran umhüllt, welche Kerne zeigt und Netze zwischen die Schüppchen ausbreitet, aus denen der Zahn ursprünglich besteht, und die sich durch Zwischenplättchen aus Kalk eng verbinden. Wir verweisen, was den inneren Bau der Zähne betrifft, auf die Arbeit von Giesbrecht (siehe die Literatur). In den Zwischenräumen zwischen den Pyramiden befinden sich kleine, längliche, abgeplattete Stücke mit geschweiften inneren Rändern, welche Valentin Sicheln nennt. Auf der oberen Basis der Laterne endlich gehen von der centralen Schlund-

höhle strahlenförmig gegen den Rand hin fünf längliche cylindrische Stücke aus, welche die Linien bedecken, wo die Kiefer sich berühren, und welche sich mit zwei kurzen Enden auf den Seitenflächen der Laterne nach unten krümmen. Diese Y-förmigen Stücke (*n*, Fig. 300) nannte Valentin ziemlich unpassend die Zirkel. Zwischen diesen Stücken nun ist in einiger Entfernung von ihren freien Enden mittelst platter Muskelstreifen ein fünfseitiger Hautschirm befestigt, welcher die Gefässringe in sich schliesst (*o*, Fig. 300).

Die Laterne wird in ihrer Stellung durch Bänder befestigt, welche von den zweigabeligen Enden der Zirkel nach den entsprechenden Auricularfortsätzen der Schale gehen. Ausserdem finden sich sehr ansehnliche Muskeln, welche paarweise einerseits auf dem Gipfel des Auricularringes, andererseits auf der oberen Seite der Kiefer befestigt sind, und welche folglich die in den Kieferenden steckenden Zähne gegen einander bewegen. Ihre Gegenmuskeln setzen sich in gleicher Weise, aber an die inneren Ränder des Auricularringes und andererseits an das untere Ende des Kiefers an; sie ziehen die Zähne nach aussen. Endlich findet man Muskelmassen, welche die Zwischenräume zwischen den Kiefern ausfüllen, sowie Bänder, welche den Rand des Hautschirmes der Laterne bilden (*o*, Fig. 300).

Bekanntlich ist die Wirkung aller dieser Muskeln sehr mächtig, obwohl sehr beschränkt. Die Seeigel nähren sich namentlich von Pflanzen, welche sie zernagen; indessen wagen sie sich sogar an Felsen, und man findet in ihrem Darm fast immer Kügelchen, die zum grossen Theile aus fein zermalmten mineralischen Substanzen bestehen.

Das Nervensystem. — Die allgemeine Anordnung dieses Systemes ist ziemlich einfach, das Studium der Nervenenden dagegen sehr schwierig. Um die gröberen Theile zu präpariren, muss man sie in fünfprocentige Salpetersäure einweichen; die Präparationen von frischen Individuen werden immer negative oder künstliche Resultate liefern.

Ein pentagonaler Nervenring, der unmittelbar an der inneren Seite der Mundhaut liegt, schliesst den Anfang des Schlundes ein und sendet fünf Nervenstreifen nach den Ambulacralzonen. Diese Nerven gehen durch die Oeffnungen der Auricularfortsätze, folgen dann, indem sie sich ein wenig verbreitern, der Mitte der Ambulacralzone, werden aber, nachdem sie über den Aequator der Schale hinaus sind, immer dünner, je mehr sie sich dem Scheitelpole nähern, um endlich gegen die Kerbe einer Ocellarplatte hin zu endigen. Einen Scheitelring, wie viele Autoren ihn annahmen, giebt es nicht. Die Structur des Mundringes und der Ambulacralnerven ist durchaus die gleiche; man findet überall sehr feine Fasern mit Nervenzellen, welche mehrere Fortsätze haben; indessen muss man zugeben, dass die äussere Schicht der Nervenstreifen hauptsächlich von Zellen, die innere aber von Fasern gebildet wird.

Ausser den Ambulacralnerven gehen von jedem Winkel des Ringes ein Paar ausserordentlich feine Nerven aus, welche in die Eckbündel des Schlundes gehen und ohne Zweifel die Muskeln der Laterne mit Fäden versehen.

Auf der gleichen Höhe, wo die Ambulacralgefässe ihre Verzweigungen nach dem entsprechenden Bläschen ausgehen lassen, sendet, wie Köhler sagt, der Nervenstreifen einen Zweig aus, welcher dem äusseren Rande des Bläschens folgt und durch diejenige der beiden zu einem Fühler gehörigen Poren, welche der Mittellinie am nächsten liegt, zum Fühler gelangt, wie das Frédéricq klargelegt hat. Dieser Nerv (*c*, Fig. 301) dringt in die Dicke der Wandungen eines Fühlers ein, um ihm seiner ganzen Länge nach zu folgen und unmittelbar unter dem Saugnapfe in einer kleinen Anschwellung zu endigen. Bei dem lebenden Thiere scheint der Ambulacralnerv bräunlich; auf den mit Pikrocarmin gefärbten Schnitten macht er sich durch seine Blässe kenntlich. Die Anschwellung am Ende (*d*, Fig. 301) zeigt zahlreiche Zellen, deren Fortsätze ohne Zweifel mit den Epithelzellen in Verbindung stehen. In neuerer Zeit hat man bei den Seeigeln in der Haut netzartige Nervenfasern gefunden, welche mit denen der Spatangen Aehnlichkeit haben.

Die Ambulacraltentakeln sind ohne Zweifel auch Tastorgane. Der Tastsinn ist übrigens auch in allen Theilen der Haut sehr entwickelt. Andere Sinnesorgane fehlen; die Pigmentflecken, von welchen die Ocellarplatten ihren Namen haben, unterscheiden sich von den anderen Pigmentflecken, welche in den Tegumenten vorkommen, in keiner Weise.

Das Wassergefässsystem (Fig. 300, 301, 303). — Dieses System beginnt mit der Madreporenplatte (*d*, Fig. 297), welche einen Theil der Scheitelrosette bildet und sich unter den Genitalplatten, zu denen sie, wie schon gesagt, gehört, durch ihre Grösse und Dicke auszeichnet. Die Platte trägt auf ihrer nach aussen gerichteten Ecke die Oeffnung für den entsprechenden Genitalcanal. Durch Horizontal- und Verticalschnitte kann man sich überzeugen, dass die Platte ähnlich wie bei den Asteriden gebildet ist; dass sie gegen den Rand hin geschlängelte Furchen zeigt, welche sich allmählich nach innen senken und Canäle bilden, und dass in der Mitte der Platte die Canäle fast senkrecht stehen. Diese Canäle sind übrigens ziemlich eng und mit demselben dicken, palissadenartigen Flimmerepithel überzogen wie bei den Asteriden.

Die Canäle münden auf der inneren Seite der Platte in eine kleine Blase mit sehr dünner und zarter Wandung, welche nach innen mit einem Pflasterepithel bedeckt ist. Nach dieser Blase hin endigt auch das Dorsalorgan, wie wir später sehen werden. Die Blase setzt sich in einem ziemlich feinen Canal fort, welcher mit dem Dorsalorgan

längs dem aufsteigenden Theile der Speiseröhre abwärts verläuft bis zu dem Punkte, wo letztere aus der centralen Höhle der Laterne heraustritt. Der Canal und das Dorsalorgan sind durch ein durchscheinendes Mesenterium an die Speiseröhre befestigt (*i*, Fig. 300).

Der Steincanal oder Sandcanal (*f*, Fig. 300) verdient bei dem Seeigel kaum diesen Namen. Er ist ganz gerade, einfach seiner ganzen Länge nach, immer gleich weit und bietet weder innere Vorsprünge, noch ein Stützskelett dar. Er besteht aus einer bindegewebigen Röhre, die nach aussen von einer feinen Lamelle des Mesenteriums bedeckt und nach innen mit verlängerten, dünnen Flimmerzellen palissadenartig überzogen ist. In den Wandungen befinden sich einige Pigmentanhäufungen und gekrümmte Kalkspiesschen, wie man solche überall trifft.

Der Steincanal mündet in einen pentagonalen Ring, welcher auf der oberen Ebene der Laterne um die Speiseröhre liegt. Dieser Wassergefässring um die Speiseröhre (*e*, Fig. 303) ist nach Kochler auf der äusseren Seite und über einem zweiten Ring angebracht, von dem wir beim Dorsalorgan noch sprechen werden. Die beiden Ringe besitzen Verbindungen mit fünf Täschchen, die unrichtigerweise Poli'sche Bläschen (*s*, Fig. 303) genannt werden und auf die wir ebenfalls beim Dorsalorgan zurückkommen werden.

Gegenüber einer jeden der fünf Linien, in denen die Kiefer sich berühren, entspringt vom Wassergefässring ein gefässartiger Canal. Derselbe verläuft horizontal gegen die Peripherie, schlüpft unter die Sichel des Kauapparates und verbreitert sich dort so, dass er die ganze innere Seite einnimmt; er verengert sich dann wieder und geht durch die Kerbe des Zirkels (*c*, Fig. 303), um auf der äusseren Seite der Laterne zu erscheinen. Hier steigt er direct gegen die Peristomhaut hinunter, welche er innerhalb des gegen den Mund liegenden Endes eines Ambulacralfeldes trifft. Auf dieser Ebene angelangt, theilt sich der Canal gabelförmig; ein feiner Ast geht gegen den Mund, theilt sich aber bald in zwei feine Zweige, welche nach den Mundtentakeln verlaufen; der Hauptast dagegen krümmt sich nach oben, läuft der inneren Seite der Schale nach und gelangt zum entsprechenden Ambulacralfelde (*f*, Fig. 303), welchem er seiner ganzen Länge nach bis zum Scheitelpol folgt, wo er mit einer leichten blasenförmigen Anschwellung, die in der Kerbe einer Ocellarplatte liegt, blind endigt.

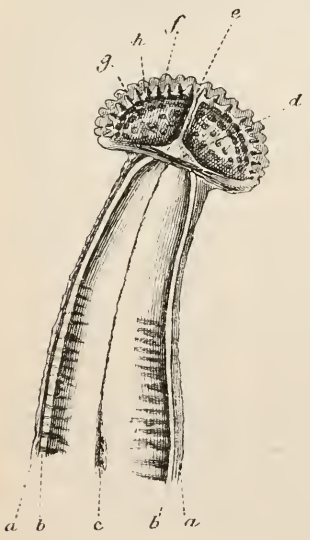
Auf der ganzen Strecke längs den Ambulacralzonen giebt der Canal rechts und links ebenso viele Verzweigungen ab, als es innere Ambulacralbläschen giebt, welche wie die Ambulacren selbst nur Erweiterungen der betreffenden Nebencanäle sind.

Die meisten Autoren, namentlich Perrier, behaupten, dass die fünf Ambulacralstämme von ihrem Ursprunge auf dem Ringe der Speiseröhre bis zu ihrem blinden Ende am Scheitelpol einfach seien; Köhler dagegen sucht darzuthun, dass auf der ganzen Ambulacral-

strecke sowohl der Stamm wie die Seitencanäle, welche zu den inneren Bläschen führen, doppelt seien, dass es neben einem oberen engen Canal noch einen weiteren unteren gebe, welcher von der Schale durch eine Lacune und das Nervenband getrennt werde. Diese zwei Canäle sollen sich da abzweigen, wo der einfache von der Laterne absteigende Canal auf der inneren Seite der Schale anlangt; sie sollen gemeinsam in das innere Bläschen einmünden. Wir müssen gestehen, dass wir uns von dieser Zweitheilung nicht überzeugen konnten; vielmehr schien es uns, dass der weitere Canal nur eine Lacune sei, welche durch Zerreissung mit Injectionsmasse angefüllt wurde.

Wie dem auch sei, so mündet der Wassercanal in die inneren Ambulacralbläschen (*h*, Fig. 303), welche abgeplattet und quer zur Axe der Ambulacralzone verlängert sind, und welche, wenn sie keine Flüssigkeit enthalten, dachziegelartigen Lamellen gleichen, die mit dem einen Rande an der Schale befestigt sind und ihren freien, convexen Rand nach dem Cölom hinwenden. Diese Bläschen zeigen unter dem Cölomepithel, das sie bedeckt, zuerst eine Bindegewebsschicht und dann eine starke Schicht von Quermuskelfasern, von der viele Bänder und Scheidewände gegen das Innere gehen, durch welche die Höhlung des Bläschens in kleine unter sich verbundene Alveolen getheilt wird.

Fig. 301.



Ende einer Ambulacralröhre im Profil. Zeiss *A*, *Cam. lucid.* *a*, Epithel- und Bindeschichten; *b*, innere Muskelschicht; *c*, Nerv; *d*, nervöser Endplexus; *e*, Zwischenraum zwischen zwei Skelettplatten; *f*, gefranzter Rand der weichen Theile; *g*, Skelettplatte; *h*, ihre Spitzen.

Jedes Bläschen steht mit einer entsprechenden Ambulacralröhre (Fig. 301) mittelst zweier feinen Canäle in Verbindung, welche zwei Poren der Schale durchsetzen, um sich in die Höhlung der Ambulacralröhre zu öffnen.

Alle den Ambulacralfeldern angehörenden Röhren sind lang, dünn und fähig, sich beträchtlich zu verlängern oder zu verkürzen. Sie endigen in einer concaven Scheibe, welche am Rande ein wenig aufgebauscht ist und eine Art Saugnapf bildet. Dieser Saugnapf, mittelst dessen sich die Seeigel an glatte Flächen fest anheften können, wird durch ein flaches Kalkgitter mit ziemlich weiten Maschen gestützt, dessen einzelne Stücke eine in der Mitte durchbrochene Rosette bilden. Gewöhnlich ist die Zahl der Stücke fünf, allein man findet auch oft vier und in selteneren Fällen sechs.

Was die Structur betrifft, so muss zwischen dem Körper der Röhre und dem Saugnapf unterschieden werden.

Der Körper der Röhre zeigt eine äussere Epithelschicht, welche aus fadenförmigen Zellen mit deutlichem körnigem Kern gebildet und von einer dünnen Cuticula mit Flimmerhaaren begrenzt wird. Innerhalb dieses Epithels, in welchem auch grössere Kerne, von Protoplasma umgeben, sichtbar sind, befinden sich zwei Bindegewebschichten, die äussere aus Querfasern, die innere aus Längsfasern geformt. Zwischen diesen zwei Schichten trifft man oft den Durchschnitt des Nerven, welcher in Form eines körnigen Bändchens von gelblicher Färbung längs der Röhre verläuft und zwischen den durchschnittenen Fasern hier und da Nervenzellen aufweist. Die Bindegewebsmasse wird innen von einer schwachen, elastischen Haut begrenzt, die gewöhnlich durch Zusammenziehung im Zickzack gefaltet ist. Auf diese Haut setzen sich starke Längsmuskelfasern (*b*, Fig. 301) an, welche an der Kalkrosette endigen. Der innere Hohlraum der Röhre ist mit einem flimmernden Pflasterepithel ausgekleidet.

In dem Saugnapfe vereinigen sich die Bindegewebschichten zu einer scheibenförmigen, durchsichtigen Zone, in welcher die Kalkrosette liegt. Das äussere Epithel setzt sich bis zum Rande des Saugnapfes fort; in dessen Vertiefung aber besteht es aus sehr langen Zellen, welche um ihre Kerne eine leichte Anschwellung zeigen. Diese Kerne liegen reihenweise in den von den Zellen gebildeten Gruppen; die Cuticula ist viel stärker. Die inneren Enden dieser Zellen setzen sich in einen Filz von sehr feinen Nervenfäden fort, die sich nach allen Richtungen kreuzen und in eine Körnermasse eingebettet sind, die zerstreute Kerne enthält. Man trifft auch auf Nervendurchschnitte, welche denen ähneln, die man im Körper der Röhre sieht. Auch nimmt man in dieser verfilzten Ausbreitung Zellen mit glashellen, einfachen oder doppelten Fortsetzungen wahr. Der Hohlraum des Saugnapfes ist also ohne Zweifel der Hauptsitz der Gefühlswahrnehmungen.

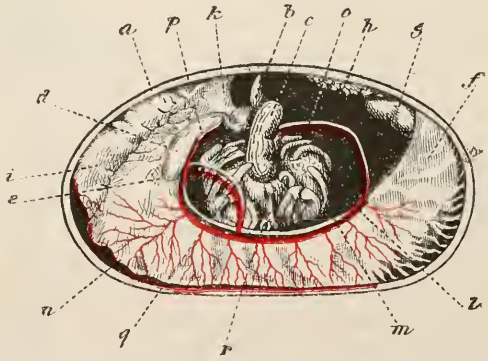
Die zehn Ambulacralröhren des Mundes, welche beinahe in der Mitte des Peristoms stehen (*d*, Fig. 299), sind dicker und kürzer als die anderen und endigen mit einer leichten Anschwellung, welche keinen Saugnapf bildet, durch eine seichte Furche aber in zwei Läppchen getheilt wird. Sie haben keine Kalkrosette; hingegen ist die Structur der Röhren in allen derjenigen des Hohlraumes des Saugnapfes ähnlich. Man findet hier dasselbe Epithel und denselben Nervenfilz. Es sind also Tastorgane; sie können sich nirgends befestigen.

Das Wassergefässsystem ist demnach in seiner ganzen Peripherielänge vom Ringe um die Speiseröhre an vollständig unabhängig, steht aber mit dem Berieselungssystem durch die sogenannten Poli'schen Bläschen und durch die auf der inneren Seite der Madreporenplatte gelegene Ampulle in Verbindung.

Das Berieselungssystem (Fig. 302, 303). — Gemeinschaftlich mit dem Sandcanal, doch viel umfangreicher als dieser, zieht sich zwischen der Madreporenplatte und der Laterne ein spindelförmiges Organ aus, welches Perrier und Köhler die eiförmige Drüse nennen; wir wollen demselben den Namen Dorsalorgan geben; denn es scheint uns demselben Organ, welches wir schon bei den anderen Echinodermen fanden, homolog zu sein.

Die feine Bindehaut, welche die Ampulle unter der Madreporenplatte bildet, setzt sich nach unten fort, umhüllt den Sandcanal und bildet einen zweiten Schlauch, welcher sich an erstere anschliesst und bis in die Nähe der Laterne ein drüsenförmiges Aussehen annimmt (*e*, Fig. 300; *g*, Fig. 303). Das innere Bindegewebe bildet Alveolen, Maschen und Canäle, welche in einen centralen Raum münden, der einen Absonderungscanal vortäuscht. Diese Fächer und Bälkchen springen auf dem ganzen Raume, wo das Organ aufgeschwollen und

Fig. 302.



Der durch den Drüsencanal injicirte Seeigel ist so geöffnet, dass die erste Hälfte der unteren Darmwindung sichtbar wird. Die Präparation ist ein wenig nach vorn geneigt, um die ganze Hälfte der injicirten Windung, welche durch die Gekrösbänder, die Speiseröhre, die Laterne und das Dorsalorgan festgehalten wird, sichtbar zu machen. Natürliche Grösse. *a*, Durchschnitt der Schale; *b*, Dorsalorgan; *c*, Speiseröhre, aus der Laterne aufsteigend; *d*, absteigender Bogen der Speiseröhre, welcher bei *e* in den Darm mündet; *f*, Gekröslamelle, welche die Fortsetzung des Darmes verdeckt; *g*, abgelöster Theil der oberen Windung des Darmes; *h*, Rand einer Genitaldrüse; *i*, Genitaldrüse der gegenüberliegenden Seite, durch die Gekröslamelle durchscheinend, welche die Windung der Speiseröhre befestigt und bei *k* endigt; *l*, Darmsipho; *m*, inneres Randgefäss des Darmes; *n*, äusseres Randgefäss; *o*, Fortsetzung des inneren Randgefässes um die untere Windung herum; *p*, der Anfang dieses Gefässes, welches längs der absteigenden Windung der Speiseröhre verläuft; *q*, Seitengefäss, welches diesen Stamm mit dem inneren Randgefäss vereinigt; *r*, Zirkel der Laterne, von dem ein Ambulacralcanal ausgeht.

dickbauchig erscheint, nach innen vor; sie beginnen gegen die Ampulle hin mit niedrigen Wülsten und Leistchen und nehmen gegen die

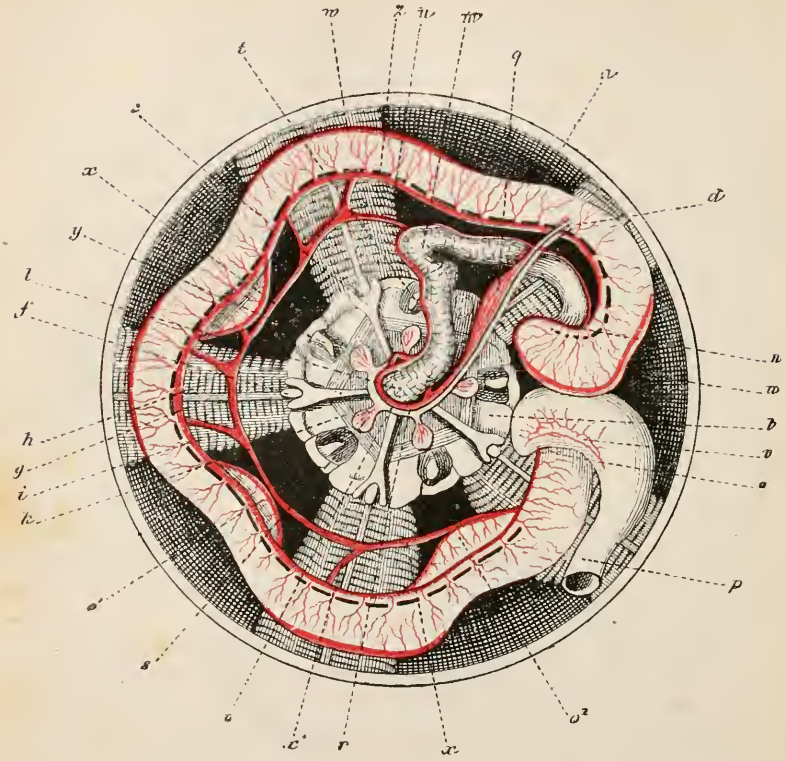
Laterne hin ab, ohne aber vollständig zu verschwinden. Der durch die Bindehülle geformte Schlauch erscheint in der Nähe der Laterne zwar durchsichtig und einfach; allein Querschnitte erweisen das Dasein von inneren Bälkchen, welche fast auf dieselbe Weise wie in der Säule der Haarsterne einzelne Maschen umgrenzen. Das Innere der Maschen enthält und ist oft ganz ausgefüllt von Cytoden mit unregelmässigem Protoplasma, welches feine Verlängerungen abgiebt und bald feinkörnige, bald dickkörnige, braungefärbte Kerne enthält. Man findet darin auch glatt begrenzte, helle Zellen, mit kleinen Kernen, und endlich braune Pigmentmassen, welche aus den Cytoden hervorgegangen zu sein scheinen.

Diese Cytoden und Zellen setzen sich unregelmässig zerstreut bis zur Ampulle unter der Madreporenplatte fort, von wo aus Bindegewebsstränge nach den Ausfuhrcanälen der Genitaldrüsen (Eileiter und Samenleiter) gehen und einen pentagonalen Ring um den After vortäuschen, wie wir ihn (*c*, Fig. 300) gezeichnet haben. Diese Stränge sind aus Bindegewebe gebildet; sie bestehen aus Faserbündeln, zeigen aber Lacunen, in denen man noch, obwohl selten, dieselben Zellenbildungen vorfindet, wie in der Drüse. Dass die Stränge, welche den Ring bilden, hohl und röhrenförmig seien, konnten wir nicht feststellen; dessenungeachtet scheinen sie uns mit den Genitalsträngen der Haarsterne homolog zu sein. Sie verschmelzen mit der Bindegewebehülle der Ei- und Samenleiter.

Auf der Laterne angelangt, mündet der Drüsencanal, immer mit inneren Bälkchen und Pigmentcytoden versehen, in einen Ringcanal um die Speiseröhre (*r*, Fig. 303), welcher innerhalb und unter dem Wassergefässring (*c*, Fig. 303) liegt. Er bildet auf seinem Umkreise fünf blasige Erweiterungen mit nicht deutlich bestimmten Umrissen, die in den Räumen zwischen den Zirkeln liegen, und im Inneren ganz dieselbe Structur zeigen wie das Dorsalorgan, mit denselben inneren, strahlenförmig um den Schaft dieser Blasen geordneten Bälkchen, welcher auch mit dem Wassergefässring in Verbindung steht. Injectionen, mögen sie nun in den Sandcanal oder in den Drüsencanal eingespritzt sein, erfüllen regelmässig diese Bläschen nach Art eines Capillarnetzes. Diese Erweiterungen sind es, welche man sehr unpassend Poli'sche Blasen (*s*, Fig. 303) genannt hat; sie haben mit den Bläschen, welche als Behälter für die im Wassergefässsystem enthaltene Flüssigkeit bei anderen Echinodermen dienen, nichts gemein und besitzen keine contractilen Muskelfasern, sondern zeigen im Gegentheil alle Eigenschaften des Dorsalorganes selbst.

Man kann also zusammenfassend sagen, dass das Dorsalorgan mit den Ringsträngen der Genitalcanäle beginnt, sich längs der aufsteigenden Speiseröhre mit gleichzeitiger Verdickung innerhalb seiner röhrenförmigen Scheide fortsetzt und mit fünf blasenartigen

Fig. 303.



Das Berieselungssystem ist durch den Drüsencanal roth injicirt worden. Die Schale ist durch einen Kreisschnitt dem Aequator nach geöffnet, der Steineanal und das Dorsalorgan bei ihrer Einfügung an der Madreporenplatte abgelöst und die obere Hälfte mit den Genitaldrüsen und der oberen Windung des Darmes entfernt. Man sieht von oben die Laterne und die ganze untere Windung des Darmes mit der Speiseröhre und dem Anfang der oberen Windung. Natürliche Grösse. (Die Zeichnung ist nach Perrier, Köhler und unseren eigenen Beobachtungen zusammengestellt.) *a*, Schale; *b*, Laterne; *c*, Zirkel der Laterne, von wo die fünf Wassercanäle der Ambulacren ausgehen; *d*, Steineanal, an seiner Mündung bei der Madreporenplatte durchschnitten, mit der Fortsetzung in den Gefässring *e* um die Speiseröhre; *f*, Ausgang eines Ambulacralcanals bei der Gabel eines Zirkels; *g*, radialer Wassercanal, längs einer Ambulaeralzone hinlaufend; *h*, Seiteneanäle zu den inneren Bläschen *i* führend; *k*, Muskelring zwischen den Zirkeln; *l*, die Speiseröhre, aus der centralen Oeffnung der Laterne aufsteigend; *m*, Bogen der Speiseröhre; *n*, Eintritt der Speiseröhre in die erste (untere) Windung des Darmes; *o*, Uebergang der ersten Windung in die zweite, die bei *p* abgeschnitten ist; o^1, umgekehrte Spitzbogen der ersten Windung, wie die aufsteigenden Bogen von dem äusseren Randgefäss *w* des Darmes umgeben; *q*, Dorsalorgan und Drüseneanal, in den inneren Gefässring *r* der Speiseröhre führend; *s*, die sogenannten Poli'schen Bläschen; *t*, Anfang des inneren Randgefässes, das vom Gefässringe *r* ausgeht und an der Speiseröhre hinläuft, um bei *n* auf die erste Darmwindung überzugehen; *u*, Fortsetzung dieses Gefässes

Erweiterungen auf der Laterne endigt, wo die Scheide den inneren Gefässring um die Speiseröhre bildet.

Von diesem Ringe an beginnt ein reiches Röhrensystem, welches alle Eigenschaften eines Kreislaufsystemes zeigt, uns aber in Wirklichkeit als ein Lacunensystem erscheint. Man findet darin Stämme, die sich in Aeste und Zweige vertheilen und schliesslich in Capillarnetze endigen; die Injectionen geben durchaus ein Aussehen, wie beim Kreislaufsystem anderer Thiere. Indessen forschten wir vergebens auf den verschiedensten Schnitten nach den histologischen Eigenschaften der Blutgefässe, d. h. nach eigenen Wandungen mit Endothelbekleidung; nur die Gewebe der Organe, z. B. des Mesenteriums, bilden die Wandungen dieser Canäle, von denen ein Theil ausserdem sozusagen weder Anfang noch Ende besitzt, weil sie nur in Capillaren endigen. Die Anordnung dieser Gefässe hat Perrier so vollständig beschrieben, dass wir seine Resultate nur bestätigen können, wie das schon Köhler gethan.

Von dem inneren Ringe um die Speiseröhre zweigt sich ein einziges Gefäss ab, welches, vom Mesenterium aufgenommen, längs der Speiseröhre auf der dem Sandcanale entgegengesetzten Seite verläuft. Es liegt der Speiseröhre eng an. Auf dem Punkte, wo die Speiseröhre in den Darm mündet, angelangt, läuft es auf diesem längs dem inneren Rande der ersten Windung und endigt mit dieser, giebt aber auf seinem ganzen Wege zahlreiche Zweige an den Darm ab, welche auf dessen Wandungen ein reiches Capillarnetz bilden. Auf diesem ganzen Wege wird das Gefäss, das sogenannte innere Randgefäss (*m*, Fig. 302; x^1, Fig. 303), von einer Ausbreitung der Gekrösfalten eingeschlossen und verläuft ausserhalb des Darmsipho, über welchen zu beiden Seiten die zu dem Darm führenden Aeste hinübertreten. Das Gefäss und ebenso die Capillarnetze, welche ihm zugehören, endigen mit dieser ersten Windung; die obere nämlich und das Rectum zeigen keine Spur von Gefässen oder Capillaren.

Auf dem äusseren Rande der Darmwindung entspringt vom Capillarnetz ein zweites Gefäss, das äussere Randgefäss (*n*, Fig. 302; *w*, Fig. 303), welches längs dem genannten Rande seiner ganzen Entfaltung nach verläuft und mit ihm endigt. Oft bemerkt man dickere Aeste, welche von einem Randgefässe zum anderen führen und so directere Verbindungen herstellen als die Capillaren.

Dieses ganze System ist vollständig auf den Darm beschränkt; die zahlreichen Gekrösbänder, welche den Darm an der Schale befestigen,

an dem inneren Rande des Darmes; *v*, sein Ende beim Anfange der zweiten Darmwindung; *w*, äusseres Darmgefäss, von *n* ausgehend; *x*, Nebengefäss (von Perrier bei *Echinus sphaera* entdeckt) aus den Aesten des inneren Darmgefässes x^1 entstehend; *y*, Zahnfeder; *z*, Darmsipho, längs des Innenrandes der ersten Darmwindung zwischen Darmwand und innerem Randgefäss verlaufend.

zeigen keine Spur von Gefässen; sie sind fest und bestehen nur aus Bündeln von Bindegewebsfasern.

Bei *Echinus sphaera* hat Perrier die Existenz eines Seitengefässes (*x*, Fig. 303) nachgewiesen, welches in einiger Entfernung zwischen der Laterne und dem Darme, unter diesem letzteren fast ganz rings um die Schale herumgeht und aus zehn Aesten entsteht, welche in regelmässigen Abständen vom äusseren Randgefässe ausgehen. Diese Aeste drehen sich zuerst gegen die Schale, ohne dahin Zweige abzugeben, und vereinigen sich in diesem Seitengefässe, welches frei in der Cölomflüssigkeit schwimmt. Dieses Gefäss ist wie die Randgefässe sehr contractil und zieht sich bei der leisesten Berührung zusammen; es kann erst nach dem Tode injicirt werden. Bei der genannten Art konnten wir dieses Gefäss sehr gut wahrnehmen; allein bei unserer typischen Species vermochten wir seine Existenz nicht nachzuweisen; wir fanden hier im Gegentheil einen Gefässstamm (*p*, Fig. 302), welcher vom Randgefäss der Speiseröhre abzweigt und über der Laterne hin in einiger Entfernung vom Anfang der inneren Windung direct zum inneren Randgefässe führt.

Bei unserem Typus konnten wir auch nicht eine solche Bildung wahrnehmen, wie sie Perrier bei *Echinus sphaera* beschreibt: „In der Gegend des Mesenteriums", sagt er nämlich, „welche der Biegungsgegend des Darmes entspricht, schwillt das innere Randgefäss stark auf und bildet so eine unregelmässige, verlängerte Blase, welche viel dickere und zahlreichere Aeste nach dem Darm abgiebt, als sie auf dem übrigen Verlaufe vom Gefäss selbst entspringen. Diese Blase biegt sich wie das Mesenterium, welches die zweite Windung des Darmes begleitet, um; allein sie verengert sich schnell wieder und ist, bevor sie den Gipfel des ersten Bogens in der zweiten Darmwindung erreicht, schon wieder verschwunden. Injectionen von Chromgelb füllen sie zum Bersten, dringen aber nicht weiter ein; bei einer Injection von gefärbtem Terpentin dagegen bemerkt man, dass die letzten Verzweigungen, welche dort entspringen, sich in das Mesenterium verlängern und dort eine Art Netz bilden, welches sich über dessen ganze Länge hinzieht. Dieses Netz hat nichts Regelmässiges; es scheint, dass die Injection viel eher in die Zwischenräume der Gewebe als in ein eigentliches Gefässnetz eindringt." Perrier sagt ausserdem, „dass er Gründe habe, dieses Netz für ein lacunäres zu halten". Wir theilen seine Ansicht, glauben aber, dass man diese Anschauung auf das ganze beschriebene Kreislaufsystem des Darmes ausdehnen muss und nur von einem lacunären Berieselungssystem in Gefässform sprechen kann. Die Flüssigkeit, welche dieses System enthält, unterscheidet sich, was die Bildungselemente betrifft, von dem der Cölomflüssigkeit nicht.

Die Genitalorgane. — Bei den Seeigeln sind die Geschlechter getrennt; allein die Organe haben bei beiden durchaus gleiche Form und äusseren Bau. Man kann sie mit blossem Auge nur durch die Farbe unterscheiden; die Hoden sind rosenfarbig, die Ovarien gelb oder orange. Bei unserer Species schwellen die Organe während des Winters auf und sind vom September bis zum April in Function. In dieser Zeit bringt man denn auch die Seeigel auf den Markt und benutzt die Organe als Speise.

Diese bilden fünf dichte und lange Trauben, welche zur Reifezeit die Interambulacralzonen fast der ganzen Länge nach anfüllen und bis zur unteren Seite gegen den Mund hingehen, wobei sie die Darmwindungen, durch welche sie getrennt werden, zusammendrücken. Im Sommer sind die Trauben viel kleiner und zeigen etwa die Grössenverhältnisse, wie in unserer Zeichnung (*f*, Fig. 297). Sie sind durch ziemlich kurze Ausfuhrcanäle (*g*, Fig. 297) an die fünf Oeffnungen der Genitalplatten aufgehängt. Ihre äussere Fläche schmiegt sich an die innere Seite der Schale, welche in der Mitte der Interambulacralfelder eine leichte Kante zeigt, der ein länglicher Falz auf der convexen äusseren Seite der Traube entspricht. In diesen Falz nun fügt sich das Mesenterium ein, welches die Traube umhüllt und sich nach beiden Seiten über die Schale fortsetzt, um deren innere Bekleidung zu bilden. Ein Querschnitt durch eine Traube zeigt ein Dreieck, welches gegen das Cölom hin vorspringt; hier bemerkt man ebenfalls oft eine mittlere Einsenkung.

Die Trauben besitzen einen mittleren Längscanal mit directer Fortsetzung in den Ausfuhrcanal, dessen ziemlich dicke Muskelwandungen aussen vom Mesenterium, wie von einem Futteral und nach innen von einem Flimmerepithel bekleidet werden. Vom Mittelcanal entspringen zahlreiche Zweige, namentlich nach beiden Seiten hin, welche sich wieder theilen und in kleinen kugelförmigen Blindsäcken so endigen, dass die Drüse sowohl dem blossen Auge als unter der Lupe aus kleinen kugeligen Körnern von gleicher Grösse zu bestehen scheint. Die baumartige Anordnung kann man sehr gut an kleinen einzelnen Träubchen beobachten, welche bisweilen auf dem Ausfuhrcanal vor der dichteren Drüse stehen.

Die ziemlich dünnen Wandungen der Blindsäcke sind aussen mit dem Flimmerepithel des Cöloms bekleidet und bestehen aus zwei Schichten, welche durch Bindefasern unvollkommen getrennt werden. Von diesen sind die äusseren transveral, die inneren longitudinal; in beiden befinden sich zerstreute Pigmentkörper. Dieser Schicht folgt eine ziemlich dicke Muskelschicht mit dem inneren Epithel überzogen.

Der Inhalt kann zur Zeit der Unreife bei den beiden Geschlechtern kaum unterschieden werden; die Zellen sind klein, rundlich und

zeigen einen deutlichen Kern. Nur wenn die Zellen zur Fortflanzungszeit sich vergrössern, lassen sich die Geschlechter unterscheiden. Die weiblichen Eichen werden grösser, machen sich frei, fallen in den Blinddarm und zeigen dann ein sehr körniges Dotterprotoplasma, das unter dem Mikroskop fast undurchsichtig und im reflectirten Lichte gelblich ist. Der Kern desselben (Keimbläschen) ist sehr durchsichtig und schliesst ein sehr körniges Kernkörperchen in sich, das sich intensiv färbt. Die Dotterhaut ist sehr fein. Zur Zeit der Reife wird das Dotterprotoplasma wieder durchsichtig, was die Untersuchungen über die Befruchtung wesentlich erleichtert.

Die Epithelzellen des Hodens entwickeln sich auf andere Weise. Sie sprossen und bilden feinkörnige Kügelchen, in welchen sich bald eine Trennung in kleinere Kügelchen sichtbar macht, so dass die Masse einer Himbeere ähnelt. Diese Kügelchen bilden nachher den Kopf der Samenthierchen, welche sich bald in Form von Stecknadeln mit sehr feinem und ziemlich kurzem Schwänzchen abtrennen.

Zur Zeit der Reife sieht man aus den Genitalöffnungen die Producte in einem beständigen Strahl und in solcher Menge ausfliessen, dass sie um die Ränder des Scheitelpols eine Schicht bilden. Der Same ist dann kreideweiss, die Eier orangenfarbig.

Die Befruchtung geschieht durch zufälliges Zusammentreffen der Producte im Meerwasser. Bekanntlich hat die Form der Larven Aehnlichkeit mit einer Staffelei (Pluteus). In fremden Meeren giebt es einige kleine Seeigel, welche am Scheitelpol eine Bruttasche besitzen; allein man konnte bis jetzt weder die Beziehungen dieser Tasche noch die Entwicklung der darin enthaltenen Eier genauer untersuchen.

Der anatomische Bau weicht bei den regelmässigen Seeigeln wenig ab. Die Unterschiede, denen man begegnet, zeigen sich eher in zoologischen Charakteren, z. B. in der Anordnung der Verzierungen und der Anhängsel der Schale, der Stacheln, Pedicellarien u. s. w., als im Bau der inneren Organe. Die Ambulacralzonen bilden den auffallendsten Unterschied; bei den *Latistellen*, zu denen unsere typische Species gehört, sind die Zonen fast ebenso breit wie die Interambulacralzonen, und die zahlreichen Poren stehen zu Paaren in zwei oder drei Gruppen. Die Mundmembran ist nackt; das Peristom trägt Einschnitte, auf denen die äusseren Kiemen liegen, und die Laterne ist, wie wir gesehen, sehr complicirt. Die knospenförmigen Pedicellarien einiger Arten zeigen auf dem Stiele (*Sphaerechinus granularis*) oder in ihren Klappen (*Echinus melo, acutus*) eigenthümliche Drüsen, welche von zerfliessbaren Zellen erfüllt sind. Bei den *Angustistellen* oder *Cidariden* sind die Interambulacralzonen sehr weit und tragen grosse Warzen und oft enorme Radiolen, während die Ambulacralzonen sehr eng in Wellenlinien angeordnet und nur von einfachen oder doppelten, nicht gepaarten Poren durchbohrt sind. Die Laterne ist weniger complicirt, hat undurchbohrte Kiefer und wird von einer sehr festen Haut bedeckt. Auf dieser sieht man Fortsätze, welche in Form und Structur den äusseren Kiemen der Echiniden gleichen, die hier wie die Kerben am Peristomrande fehlen. Die Auricularfortsätze sind nicht

geschlossen und das Peristom wird gewöhnlich von kleinen Kalkplatten dachziegelartig bedeckt. Die Genitalien zeigen bei den Regelmässigen nach Umfang und Form grosse Unterschiede, während ihre Anordnung immer dieselbe bleibt. Bei *Dorocidaris*, *Arbacia* und *Strongylocentrotus* sind sie dick und gehen längs der Schale über den Meridian hinunter; bei *Echinus* sind sie fast kugelrund und auf die obere Hälfte der Schale beschränkt; bei *Psammechinus* und *Sphaerechinus* sind sie sehr dünn und vereinigen sich bei der ersteren Species in einen dicken Ring, welcher das Rectum fast seinem ganzen Umfange nach umgiebt.

Die Anordnung der weichen Theile bei den *Clypeastriden*, welche noch gezähnt sind, aber den Uebergang zu den Zahnlosen vermitteln, ist nur in soweit bekannt, als sie sich aus den harten Theilen errathen lässt. Man konnte wenigstens theilweise die Windungen des Darmes, welche in Folge Verlegung des Afters verschieden sind, verfolgen, indem man die Anordnung der Kalkwände und Stützen zu Hülfe nahm, welche bei manchen Arten durch das Cölom gehen, um die oberen und unteren Wandungen der abgeplatteten Schale mehr oder weniger fest zu verbinden. Der Kauapparat ist um Vieles vereinfacht. Von einer Laterne kann man nicht mehr reden; der Apparat besteht aus fünf dreieckigen Kiefern, welche einer Pflugschaar gleichen, horizontal liegen und der Länge nach gespalten sind, um den kleinen Zahn aufzunehmen, der sowohl horizontal als vertical bewegt werden kann. Die Radiolen sind sehr dünn, die Pedicellarien einander ähnlich; die sehr breiten Ambulacralzonen haben die Form von Blumenblättern und sind oft in Bivium und Trivium unterschieden. Die Madreporenplatte ist bisweilen sehr klein und knopfförmig; in anderen Fällen breiten sich die Gefässporen über alle Platten der Scheitelrosette aus.

Da gewisse Spatangen um Europa häufig vorkommen, so wurde die Anatomie dieser zahnlosen Seeigel vielfach studirt, zuletzt durch Köhler, dessen Hauptresultate wir hier zusammenfassen. Die Schale ist nach aussen immer durch Bänder ohne Stacheln, sogenannte Fasciolen oder Semiten, bezeichnet, auf welchen sehr viele kleine Keulen mit einem Kalkstiel stehen, welche von einem sehr feinen Flimmerepithel bedeckt werden. Diese Fasciolen, deren Function noch nicht aufgeklärt ist, sind durch ihre verschiedene Anordnung um den After, die Petalen u. s. w. für die Arten charakteristisch. Die Pedicellarien sind ebenso verschieden wie bei den Regelmässigen. Bei den eigentlichen Spatangoiden trägt die Scheitelrosette nur vier Genitalöffnungen, welche vier inneren Organen entsprechen, und die Ambulacralzonen bilden ebenfalls nur vier Blätter. Der Mund ist transversal, gegen den vorderen Radius verlegt und wird vorn durch eine mit Kalkplättchen versehene Lippe beschützt. Diese Lippe wird nach hinten und innen durch eine vorspringende Kalkplatte gestützt, an welche das Mesenterium sich ansetzt. Die ziemlich enge und abgeplattete Speiseröhre läuft rückwärts in der Richtung des unpaarigen Radius, dreht sich dann, und setzt sich, weiter werdend, in den Darm fort; dieser führt nach vorn, bildet oben einen grossen Blindsack und lässt sich in den Raum zwischen Mund und Schale ein, um von da an um die ganze Schale herumzugehen. Wenn man den Spatangus von der Bauchseite aus öffnet, so sieht man nur die Speiseröhre und diese ganze innere Windung des Darmes. Wiederum beim Munde angekommen, krümmt sich der Darm abermals in die Höhe, beschreibt eine zweite obere Windung innerhalb der unteren und schlüpft unter die Madreporenplatte, um das engere Rectum zu bilden, welches in gerader Linie dem unpaaren Strahle nach gegen den After hin verläuft. Oeffnet man den Spatangus von der Rückenseite, so sieht man das Rectum, die unvollständige obere Windung, welche zum Theil die untere bedeckt und ferner den mäch-

tigen Blinddarm, welcher sich nach vorn zwischen die zwei Windungen des Darmes einschiebt. Letzterer enthält immer Sand und organische Körper, deren weiche Theile verdaut sind, so dass nur die Skelette übrig bleiben. Wenn man diesen Darminhalt durchsucht, kann man sich hübsche Sammlungen von Kalk- und Kieselskeletten von Foraminiferen, Radiolarien u. s. w. anlegen. Der Darmsipho variirt sehr bei den verschiedenen Arten; er ist oft unabhängig da, wo er quer über die Speiseröhre hinübergeht, mündet aber immer durch seine zwei Oeffnungen in die untere Windung des Darmes, den er zum Theil auf seinem Wege begleitet. Die Wandungen des Darmes zeichnen sich namentlich durch ihre Dicke und durch die Entwicklung von verschiedenen Drüsen aus. Der Blinddarm ist nach innen mit Schichten von Epithelzellen überzogen, welche sich abschilfern und einen braunen Schleim bilden, der sich in den Darm ergiesst. Das Nervensystem bietet kaum Unterschiede dar. Der fünfseitige Mundring wie seine Verzweigungen gegen die Ambulacralzonen können leichter zur Anschauung gebracht werden als bei den Regelmässigen. Das Wassergefässsystem und das Berieselungssystem sind bei den Spatangoiden viel verwickelter als bei den Echinoiden, wo sie nur durch die Ampulle der Madreporenplatte und die sogenannten Poli'schen Bläschen communiciren, welche letztere bei den Spatangoiden ganz fehlen. Bei diesen erblickt man an der Madreporenplatte zwei Canäle, die sich gegen das Ende des Blinddarmes wenden und in deren Höhlung das Dorsalorgan eingeschoben ist, welches spindelförmig, aber sonst wie bei den Regelmässigen gebildet ist. Der Canal, welcher das Dorsalorgan einschliesst, wird durch die Umhüllung des Mesenteriums gebildet und setzt sich durch die Gefässlacunen in die Gekrösfalte fort, welche die Eileiter umhüllt. Das Dorsalorgan bildet bald den einzigen Inhalt des Canals, welcher nach aussen von dem Randgefässe längs dem inneren Rande des Blinddarmes herabsteigt. Bei der Einmündung der Speiseröhre in den Darm angelangt, steigt der Canal am Rande der ersteren herunter gegen den Mund und theilt sich in zwei Canäle, von denen der äussere, welcher gewunden ist und im Inneren charakteristische Pigmentzellen besitzt, uns die verkümmerte Fortsetzung des Dorsalorganes zu sein scheint, während der innere mit glatten dickeren Wänden ohne Pigmentzellen vielleicht die Fortsetzung des Steincanals darbietet. Beim Munde angelangt, bilden die beiden Canäle zwei Ringe um den Mund herum, von welchen die fünf Ambulacralstämme und die Nebenäste nach den inneren Ambulacralbläschen ausgehen. In jedes dieser Bläschen würden demnach zwei Aeste münden, deren flüssiger Inhalt sich in den Bläschen vermischt, um dann in das Ambulacrum selbst überzugehen. Von der Structur dieser Bläschen und Ambulacralröhren werden wir später sprechen und bemerken jetzt nur, dass beide Systeme nach der Erklärung von Köhler auf ihrem ganzen Verlaufe von der Madreporenplatte einerseits längs dem Blinddarm und einem Theile des Darmes und anderseits in den Ambulacralbläschen und -Röhrchen selbst mit einander communiciren, während auf einem Zwischentheile des Verlaufs, längs der Speiseröhre und in der Ausdehnung der Ringe um den Mund mit ihren Verzweigungen die Systeme getrennt sein sollen.

Ausser den Ambulacralästen entspringt von jedem Ringe um den Mund je ein besonderer Vereinigungsast, welche bald zusammenfliessen, um das sogenannte Verbindungsgefäss zu bilden. Dieses verläuft gegen den Sipho in seinem freien Theile und theilt sich in zwei Aeste, von denen der eine zum Blinddarm, der andere zum Darm führt, um zusammen das innere Randgefäss des Darmes zu bilden. Dieses Gefäss verhält sich ähnlich wie beim Seeigel mit dem Unterschiede, dass es nur auf einem grossen Theile der unteren Darmwindung, namentlich auf der Rückseite, Capillaren bildet und dass es einen Theil der Windung links nicht mit Aesten versieht. Aus den

Capillaren des inneren Randgefässes entsteht wie beim Seeigel das äussere Randgefäss, welches ununterbrochen längs der ganzen unteren Windung verläuft und ohne andere Verbindung als die Capillaren an dem Ende dieser Windung und des Blinddarms endigt. Der Darmkreislauf mit den zwei Randgefässen bietet also dieselben allgemeinen Züge dar wie bei den Regelmässigen, und der Hauptunterschied, welcher in den Beziehungen zwischen beiden Systemen besteht, dürfte wohl auf Rechnung des bei den letzteren entwickelten Kauapparates zu schreiben sein. Die zwei Ringe um die Speiseröhre, welche beim Seeigel auf der Laterne gelegen sind, stehen in der That mittelst der sogenannten Poli'schen Bläschen mit einander in Verbindung und der Darmast entspringt aus dem inneren Ringe des Berieselungssystemes. Da die Laterne bei den Spatangen fehlt, sind die Ringe um die Speiseröhre auf derselben gleicherweise verschwunden; die Canäle laufen einzeln gegen den Mund herab und die um denselben gelegenen Ringe, welche bei den Spatangen noch doppelt vorhanden sind, liefern den Darmast, während bei den Spatangen die inneren Ambulacralbläschen die Rolle der Poli'schen Bläschen als Behälter für die Mischung der zwei Flüssigkeiten übernommen haben.

Die Ambulacralröhrchen und Bläschen, welche bei den Regelmässigen gleichartig sind, zeigen bei den Spatangoiden wesentliche Unterschiede. Man findet sehr starke Ambulacralröhren, welche mit einem Büschel von kleinen Zweigen, die an ihrem freien Ende aufgeschwollen sind (*Spatangus*) oder sogar mit einer Scheibe als Saugnapf endigen (*Brissopsis*), auf dem Peristom und ausserdem zwei Paare (*Spatangus*) oder drei Paare (*Brissopsis*) auf dem hinteren Ende des Körpers, welche nach Lovén zum Kriechen dienen. Diese sogenannten Peristomröhren stehen durch einen einfachen Canal mit inneren glatten, runden oder birnförmigen Bläschen in Verbindung, deren Quermuskelfasern gruppenweise geordnet sind. Auf den blumenblattartigen Ambulacren finden sich Tentakeln in Form von einreihigen, verästelten Büscheln, welche durch zwei Canäle mit inneren platten, schuppenartigen Bläschen in Verbindung stehen, die innen fächerförmig getheilt sind und denen der Seeigel ähneln. Auf den anderen Platten sieht man rudimentäre Tentakeln mit einigen blindgeendeten kurzen fingerförmigen Fortsätzen; sie stehen mit den Bläschen auf gleiche Weise wie die vorigen in Verbindung und sind ebenfalls nur Tastorgane.

Die Genitalien, welche auf dieselbe Weise wie bei den Regelmässigen gebildet sind, sind gewöhnlich mehr oder weniger rund und in zwei Paaren vorhanden; die Stelle der fünften fehlenden Drüse nimmt das Rectum ein. Beim vorderen Paare aber ist die Drüse rechts gewöhnlich kleiner als die andere (*Spatangus, Brissopsis*); sie verschwindet bei *Brissus*, und bei *Schizaster* verschwindet endlich das vordere Paar ganz und es bleiben nur zwei Genitaldrüsen, welche symmetrisch hinten zu beiden Seiten liegen. Bekanntlich unterscheiden sich die Larven der Spatangoiden in der Pluteusform durch ein Kalkstäbchen am Scheitel von denen der Regelmässigen, welche statt desselben Wimperepauletten tragen.

Literatur. — Ausser den schon aufgezählten allgemeinen Werken von Tiedemann, Joh. Müller, Greeff, Baudelot und Teuscher erwähnen wir noch folgende Arbeiten, die speciell den Seeigeln gewidmet sind: G. Valentin, *Anatomie du genre Echinus*. Neuchâtel, 1841. (*Monographies d'Échinodermes*, par L. Agassiz.) — Meyer, Ueber die Laterne des Aristoteles. Archiv f. Anat. u. Physiologie, 1849. — Herapath, *On the pedicellaria Echinodermata. Quart. Journ. Microscop. Soc.*, 1864. — Ed. Perrier, *Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins. Ann. Scienc. natur.*, 5e série, Bd. XII et XIII, 1869—70. — Ders., *Observations sur les relations qui existent entre les dispositions des porcs*

ambulacraires à l'extérieur et à l'intérieur du test des Échinides réguliers. Nouv. Arch. Muséum, T. V, 1869. — Ders., *Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins. Arch. de Zool. expérim.* T. IV, 1875. — Hoffmann, Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederl. Arch. Zoolog., Bd. I, 1871. — Stewart, *On the spicula of the regula Echinoidea. Transact. Linnean Soc.*, Bd. XXV. — Ders., *On the minute structure of Cidaris. Quart. Journ. Microscop. Soc.*, 1872. — Ders., *On certain organs of Cidarida. Transact. Linnean Soc.*, 1877. — A. Agassiz, *Revision of the Echini. Mus. compar. Anatom. Harward coll.*, Bd. VII, 1872. — Lovén, *Études sur les Echinoïdées. Svensk Vetensk. Akad.* Bd. XI, 1874. — Frédéricq, *Contributions à l'étude des Échinides. Arch. de Zoolog. expériment.*, Bd. V, 1876. — Carpenter, *On the oral and apical systems of the Echinoderms. Quart. Journ. Microsc. Soc.*, Bd. XVIII, 1878. — Geddes, *Observations sur le fluide périviscéral des Oursins. Arch. de Zool. expérim.* Bd. VIII, 1878. — Ders. et Beddard, *Sur l'histologie des pédicellaires et des muscles des Oursins. Arch. de Zool. expérim.*, Bd. X, 1882. — Ludwig, Ueber bewegliche Schalenplatten bei Echinoïdeen. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XXVIII, 1877. — Ders., Ueber Asthenosoma und ein neues Organ bei den Cidariden. Ibid., Bd. XXXIV, 1880. — W. Giesbrecht, Der feinere Bau der Seeigelzähne. Morphol. Jahrbuch, Bd. VI, 1880. — Sladen, *On a remarkable form of pedicellariae. Ann. and Magaz. notar. hist.*, Bd. VII, 1880. — Föttinger, *Structure des pédicellaires gemmiformes du Sphaerechinus. Arch. Biolog.*, Bd. II, 1881. — Romanes and Ewart, *Observations on the locomotor system of Echinodermata. Proc. Royal Soc.*, 1881. — R. Köhler, *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence. Ann. Mus. hist. natur.* Marseille, Bd. I, 1883.

Classe der Holothuriden *(Holothurida)*.

Die längliche, meist cylindrische Form, die lederartigen Tegumente, die Stellung des Mundes, welcher, von einem Tentakelkranze umgeben, an einem Ende des Körpers gelegen ist, und des Afters, der am entgegengesetzten Ende sich befindet, lassen uns im Allgemeinen diese Echinodermen leicht unterscheiden. Immerhin giebt es Abweichungen, welche hervorgehoben zu werden verdienen.

Es lassen sich regelmässige und unregelmässige Holothuriden unterscheiden. Bei den ersteren bemerken wir leicht eine Axe, welche durch Mund und After bestimmt ist, und um welche fünf Strahlen geordnet sind, die in gleichmässiger Entfernung der Länge nach vom einen Pol zum andern verlaufen und durch Reihen von Ambulacralröhren oder innere Bildungen bestimmt sind, von denen wir nachher sprechen werden. Indessen bemerkt man schon bei vielen regelmässigen Holothuriden eine gewisse Tendenz zur Unterscheidung einer Bauchseite von gewöhnlich hellerer Färbung und einer Rückenseite, welche meist dunkel gefärbt ist, und man wird finden, dass auf der letzteren sich zwei Strahlen, das Bivium, entsprechen, während die

Bauchseite drei Strahlen, das Trivium, umfasst. Diese Tendenz zu einer symmetrischen Lagerung der Theile in Beziehung auf einen senkrechten Plan, welcher durch die Mittellinie des Biviums und durch den unpaarigen Strahl des Triviums geht, macht sich noch mehr bei gewissen Gattungen (*Psolus, Cuvieria*) geltend, bei denen das Trivium verbreitert und sohlenförmig abgeplattet ist und nur an seinen Rändern Ambulacren trägt, während die gewölbte Rückseite von dachziegelartig geordneten Schuppen bedeckt ist und keine Ambulacren trägt. Eine andere Abweichung von der cylindrischen Form besteht in einer Verkürzung der Rückenseite und entsprechende Wölbung der Bauchseite, wodurch das Thier sich zu einem Halbkreise krümmt, während die beiden Polenden sich röhrenartig verlängern. Diese Formen, welche erst vor Kurzem in grossen Tiefen entdeckt wurden, bilden den Uebergang zum Genus *Rhopalodina*, welches die Form einer Flasche hat, auf deren engem, verlängertem Halse Mund und After und zwischen beiden die Genitalöffnung liegen.

Die Tegumente sind von sehr verschiedener Consistenz; gewöhnlich lederartig, bisweilen sogar zerfliessend oder durchscheinend; sie enthalten immer Kalkablagerungen, siebartige Platten, Gebilde von Anker- oder Rädchenform u. s. w. In allen Fällen ist der Mund von Tentakeln umgeben, welche mit dem Wassergefässsystem in Verbindung stehen und von einem inneren, von der Speiseröhre durchbohrten Kalkring getragen werden. Das Wassergefässsystem fehlt nie; dagegen schwimmt die Madreporenplatte in der Leibeshöhle, statt auf der Oberfläche des Körpers angebracht zu sein, und der wenig ansehnliche Steincanal führt in einen Wassergefässring, welcher in die Tentakeln und Ambulacralzonen ausstrahlt. Der Darm ist durch stark entwickelte Mesenterien befestigt; er schwimmt im Cölom und zeigt gewöhnlich auf- und absteigende Windungen; bei einigen Gattungen geht er in gerader Linie vom Munde zum After. Die Geschlechter sind meist getrennt; indessen giebt es auch Zwitter. Andere Organe sind unbeständig, so die sogenannten Wasserlungen und die Ambulacren. Diese letzteren Organe, welche für alle anderen Echinodermen so charakteristisch sind, verschwinden bei einer ganzen Anzahl von Familien in der That vollständig, ohne irgend eine Spur zurückzulassen. Dieser Charakter ist von solcher Wichtigkeit, dass die meisten Autoren übereinstimmend nach ihm die Eintheilung vorgenommen haben.

Ordnung der Pedaten. Ambulacren und Wasserlungen; getrennte Geschlechter. Man unterscheidet: die *Aspidochiroten*, deren schildförmige Tentakeln mit inneren Endbläschen versehen sind, welche in das Cölom vorspringen (*Stichopus*, *Holothuria*) und die *Dendrochiroten* mit verästelten Tentakeln. Bei den einen, den sogenannten *Sporadipoden* (*Thyone*, *Phyllophorus*) sind die Ambulacren über den

ganzen Körper verbreitet, bei den anderen, den *Stichopoden* (*Cucumaria*, *Psolus*), stehen sie in Reihen. Das Genus *Rhopalodina* bildet eine besondere Abtheilung.

Ordnung der Apoden. Die Ambulacren fehlen; wahrscheinlich sind alle Hermaphroditen. Eine Abtheilung, die *Pneumonophoren*, besitzt noch Wasserlungen (*Molpadia*, *Haplodactylus*), während die *Apneumonen* (*Synapta*, *Chirodota*) keine solchen haben.

Typus: *Cucumaria Planci*, Marenzeller (C. doliolum). — Diese im Mittelländischen Meere sehr verbreitete Art besitzt fünf Reihen einfacher und gleicher Ambulacren und zehn Tentakeln, von denen zwei kleinere. Unsere Exemplare stammen von Cette, Marseille und Neapel.

Orientirung. — Die Axe, um welche sich die Ambulacralreihen ordnen, ist durch die Endständigkeit des Mundes und des Afters vollkommen bestimmt. Diese Axe stimmt also mit der Verticalaxe der übrigen Echinodermen überein, und um eine genaue Uebereinstimmung mit diesen zu haben, müsste man die Holothuria betrachten, als wäre sie auf den Mund und den Tentakelkreis gestellt. In dieser Stellung würde der Tentakelbulbus in dem Körper der Holothuria dieselbe Stelle einnehmen, wie die Laterne des Aristoteles im Seeigel. Allein die Holothurien kriechen auf dem Boden, den Mund mit den Tentakeln voraus, den After hinten, und in Uebereinstimmung mit dieser Normalstellung nehmen wir für unsere Beschreibung die Horizontallage der bezeichneten Axe an.

Da bei Cucumaria die fünf vollständigen Ambulacralreihen über die ganze Länge des Körpers sich ausdehnen, so ist es schwierig, Bauch- und Rückseite von einander zu unterscheiden. Indessen ist diese Unterscheidung, aus der die Bestimmung einer linken und rechten Seite sich ableitet, für unsere Beschreibung unerlässlich, weshalb wir versucht haben, diese Schwierigkeit folgendermaassen zu lösen.

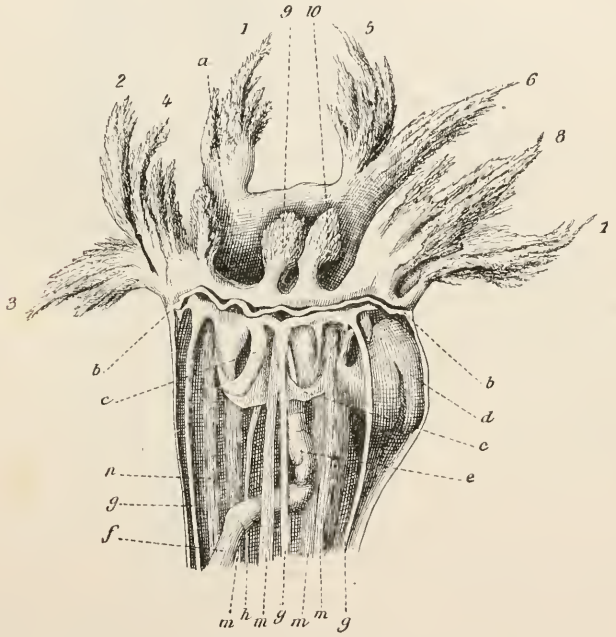
Unter allen Exemplaren, welche wir untersuchten, befand sich keines mit gleichmässig ausgebildeten Tentakeln. Alle zeigten acht grosse, kreisförmig angeordnete Tentakeln und zwei kleinere, welche dicht an einander gedrängt, immer ihren bestimmten Platz gegenüber der Genitalöffnung, die sich im Vorhof des Mundes befindet, einnehmen (Fig. 304).

Nun hat schon Johannes Müller behauptet, dass diese Genitalöffnung die Rückseite bezeichne. Die zwei rudimentären Tentakeln bestimmen also die Bauchseite und man kann sich bei den Zergliederungen immer auf dieses Merkmal stützen, wenn man nämlich über Thiere mit ausgebreiteten Tentakeln verfügt. Bei denjenigen Exemplaren, welche die Fühler zurückgezogen haben, wird man sich nach dem Mesoarium orientiren können, das sich von der Genitalöffnung nach hinten erstreckt, den Genitalcanal enthält und sich einerseits

an die Tegumente, andererseits an den Tentakelbulbus längs eines verticalen Planes inserirt, der einem Interambulacralraume entspricht.

Die zwei rudimentären Tentakeln werden durch einen zweigabeligen Ambulacralcanal gespeist, und zwar in derselben Weise wie die grossen ebenfalls gepaarten Tentakeln. Der Canal, welcher zu den kleinen Tentakeln führt, gehört also dem unpaaren Bauchstrahl an, welcher bei den Asteriden dem vorderen Strahl, wie wir ihn nannten, entspricht. Die vier anderen Strahlen gruppiren sich je zu zweien links und rechts, und das Mesoarium, welches auch den Madre-

Fig. 304.



Diese Figur bezieht sich wie alle folgenden auf unsere typische Species: *Cucumaria Planci* (Marenzeller). Vorderes Ende eines von der Bauchseite aus geöffneten Exemplares mit ausgebreiteten Tentakeln. Letztere sind von der Rückenmittellinie an numerirt. 1 bis 4 die vier grossen Tentakeln der rechten Seite; 5 bis 8 die vier grossen Tentakeln der linken Seite; 9 und 10 die zwei kleinen Bauchtentakeln. *a*, Vorhof; *b*, durchschnittene Tegumente; *c*, Kalkstützen des Bulbus; *d*, Poli'sche Blase; *e*, Speiseröhre; *f*, Munddarm; *g*, Ambulacralgefässe; *h*, Genitalcanal; *m*, Rückziehmuskeln des Bulbus.

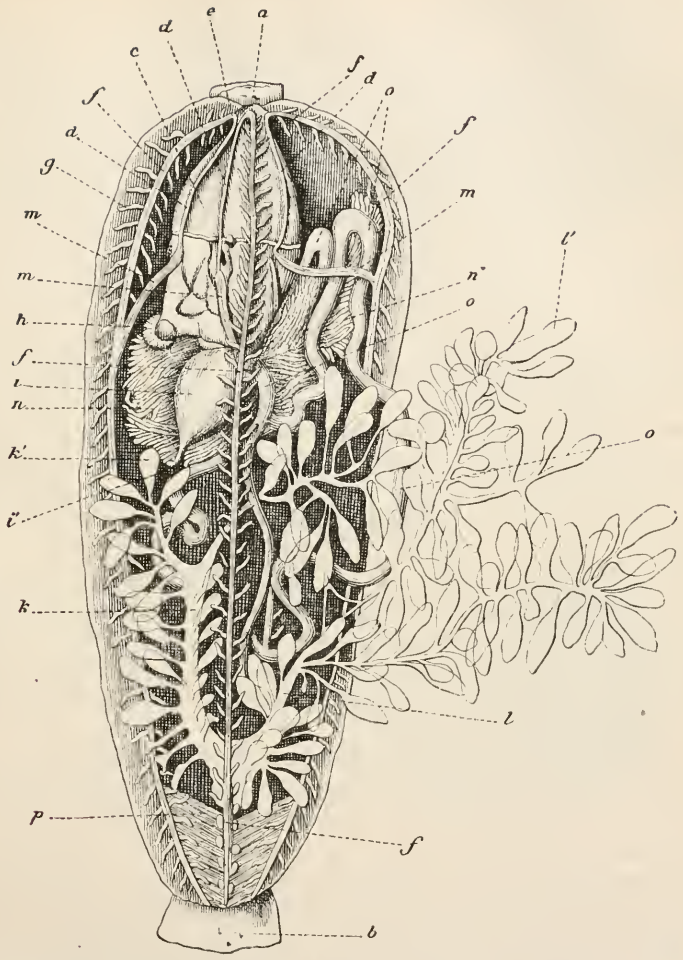
porencanal enthält, nimmt die Rückenlinie ein. Auf diese Weise kann man zwischen der Lage der Organe bei den verschiedenen Echinodermenclassen eine gewisse Analogie finden.

Nimmt man die verschiedenen Directionen an, welche wir eben angaben, so findet man die Poli'sche Blase, die in zusammengezogenem Zustande die linke Seite des Ambulacralbulbus umgiebt, den etwas rechts gelegenen Steincanal und den Genitalcanal über dem Schlunde auf der Rückenseite, die in zwei seitliche Massen getheilten Genitalröhren die Darmlunge mit den Windungen des Darms, an die sie sich anheftet, auf der linken Seite der Leibeshöhle, während die Hautlunge die rechte Seite einnimmt. Oeffnet man das Thier von der rechten Seite, so sieht man die Organe in derjenigen Lage, wie wir sie Fig. 305 gezeichnet haben.

Präparation. — Man tödtet die Thiere durch die gewöhnlichen Mittel, taucht sie also in Süsswasser oder mischt dem Meerwasser, in welchem sie sich befinden, je nachdem man sie verwenden will, langsam Alkohol, Chromsäure oder Sublimat bei. Da man die Thiere an den Küsten gewöhnlich nur durch Fischer erhalten kann, welche bis auf eine gewisse Tiefe mit Schleppnetzen arbeiten, so sind sie ziemlich entkräftet, wenn sie ins Laboratorium gelangen. Gleichwohl kann man sie in diesem Zustande nicht wohl lebend zergliedern, da die Contractionen zu lebhaft sind. Wir haben diese Species statt anderen grösseren (z. B. *Holothuria tubulosa*), welche in sehr geringen Tiefen zugänglicher sind, deshalb gewählt, weil sie nicht die widrige Gewohnheit hat, kurze Zeit nach dem Fange das Gedärm durch den After auszuspeien, was dem Anatomen viele Täuschungen verursacht. Bei diesen ihre Eingeweide ausspeienden Arten muss man schnell einen Pfropfen in den After einführen und fest unterbinden, wenn nicht Darm, Lungen u. s. w. sich von ihren Anheftungen losreissen und austreten sollen. Die Cucumarien haben diese Gewohnheit nicht; allein, wenn man sie schnell tödtet, indem man sie z. B. plötzlich in Alkohol taucht, so ziehen sie sich oft so heftig zusammen, dass die Tegumente hinter der Einfügung der Tentakelkrone reissen und so die Genitalschläuche austreten lassen.

Man zergliedert das Thier unter Wasser, indem man längs einer Interambulacralzone es durch einen Längsschnitt öffnet. Man kann ohne vorherige Entkalkung von allen Theilen des Thieres feine Schnitte fertigen. Indessen wird man im Darme fast immer Sand vorfinden, welchen man durch Fasten fortschaffen kann, wie wir das für Sipunculus und Arenicola angegeben haben. Man wird aber nur selten Erfolg haben; die Thiere sterben meist, bevor der Darm vollständig entleert ist. Die Injectionen gelingen leichter als bei den anderen Echinodermen, da die Poli'sche Blase sehr gross und zugänglich ist. Auch ist es nicht schwierig, in eines der Randgefässe des Darmes eine feine Röhre einzuführen. Endlich kann man, um die Kalkstücke der Haut und des Ambulacralbulbus besonders zu studiren, die Theile in

Fig. 305.



Das frisch getödtete Thier ist von der rechten Seite, längs der zweiten rechten Ambulacrallinie durch einen Längsschnitt geöffnet. Die Tegumente sind auf beiden Seiten zurückgelegt und das Mesenterium so präparirt, dass die Ambulacrallinie von den Tegumenten abgelöst und ganz erhalten ist. Ausser den Wasserlungen und einem Theile des Darmes, die man ein wenig ausgebreitet hat, befinden sich alle Organe in normaler Lagerung. Das beim lebenden Individuum ganz durchsichtige Mesenterium hat man nicht dargestellt. *a*, Tegument des vorderen Theiles; *b*, Tegument des hinteren Endes; *c*, Vorhof, in welchen die Tentakeln zurückgezogen sind; *d*, Theil der Ambulacrallinien, welcher über den Vorhof läuft; *e*, ihre Befestigungsstelle auf der Haut; *f*, *f*, ihre Fortsetzung auf der Haut; *g*, Ambulacralbläschen; *h*, Steincanal; *i*, Poli'sche Blase; i^1, ihr Endhaken; *k*, Stamm der Hautwasserlunge; k^1, Endbläschen; *l*, Stamm der Darmlunge; l^1, Endbläschen; *m*, Rückziehmuskeln des Bulbus; *n*, rechtes Bündel der Genitalröhrchen; n^1, linkes Bündel; *o*, Darm; *p*, strahlenförmige Anheftungsfasern der Cloake.

Aetzkali kochen, welches die organische Substanz leicht zerstört und den Kalk unverändert lässt.

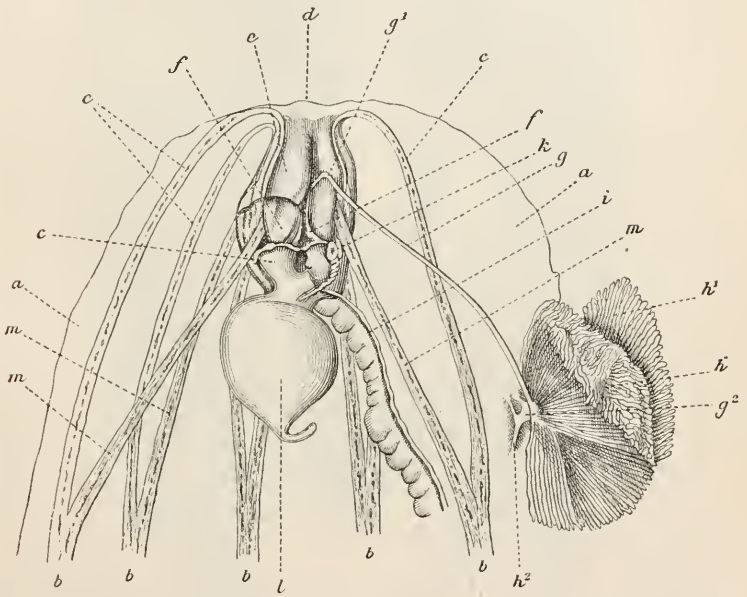
Das Tegument ist von schmutzig gelblicher oder bräunlicher Farbe, ziemlich zähe und gleichartig auf allen Seiten des Körpers mit Ausnahme der Tentakeln und der Ambulacren, wo es sich beträchtlich verdünnt. Beim Einschneiden knarrt das Messer in Folge der vielen Kalkscheiben, welche in der Haut zerstreut sind. Die innere Seite ist glatt, mit deutlichen Pigmentflecken bezeichnet und trägt die Muskeln und die verschiedenen Bildungen um die Ambulacralzonen. Das äussere Tegument setzt sich, dünner werdend, über die Ambulacralröhren fort. Wenn man das Tegument in verdünntem Alkohol macerirt, kann man sehr leicht die innere Schicht mit den Muskeln, Nerven und Gefässen, welche sie enthält, in Gestalt einer zusammenhängenden Membran lostrennen, welche mit der äusseren Schicht durch viele feine Bänder verwachsen ist, zwischen denen sich ein, namentlich in den Ambulacralröhren sehr ausgeprägtes Lacunensystem ausbreitet. Wird das Tegument auf genannte Weise behandelt, so kann man diese innere Schicht um den ganzen Körper lostrennen und sie durch leichtes Ziehen aus den Ambulacralröhren wie Handschuhfinger abziehen.

Die Epidermis besteht aus einer durchsichtigen, dünnen, scheinbar structurlosen Cuticula, unter welcher sich eine einfache Schicht von runden Zellen befindet. Viele sehr feine Fasern, welche von letzteren abgegeben werden, durchsetzen auf ihrem Verlaufe nach der Cuticula eine feinkörnige Zone, in welcher keine besonderen Formelemente zu unterscheiden sind.

Unter der Oberhaut breitet sich eine starke Schicht von Bindefasergewebe aus, welche die Haut bildet, und in welcher man mehrere auf einander folgende Schichten unterscheiden kann. Die äussere Schicht scheint auf entkalkten Schnitten äusserst maschig zu sein; ein Netz von feinen Bündeln füllt die Zwischenräume zwischen den rundlichen Maschen. In Wirklichkeit werden diese Maschen von den Kalkkörperchen der Haut ausgefüllt, deren man zwei Arten unterscheiden kann. Die einen, die fast überall vorkommen, sind runde, sehr dicke, durchlöcherte Scheiben; die Internodien, in welchen die sie bildenden Kalkbälkchen zusammentreffen, erheben sich in Form von Wärzchen. Eine zweite Art findet sich nur in der Haut der Ambulacren und Tentakeln vor; sie sind gekrümmt, haben fast die Form eines Bumerangs und zeigen reihenförmig gestellte Löcher. Auf Querschnitten der Tentakeln sieht man sie in mehreren concentrischen Lagen um den Hohlraum geordnet. In derselben oberflächlichen Schicht trifft man auch vorzugsweise braune Pigmenthaufen, welche oft schnurartig angeordnet sind. Die innere Schicht besteht aus sehr dichten Faserbündeln, die das Aussehen von Muskelfasern haben, welche der Länge nach fein gestreift

sind. Zwischen diesen sieht man Amöboidzellen, Kerne, oft von Protoplasma umgeben, Zellen mit verlängerten Verzweigungen und Nervenelemente, welche aus Fasern gebildet sind, auf denen sich hier und da schwer zu unterscheidende Zellkerne befinden. Diese Nervenfasern kommen von den Tentakelnerven; sie steigen, sich verästelnd und oft von Pigmentstreifen begleitet, gegen die Epidermis auf, an deren Grunde sie sich verfilzen. Wir glauben auf mehreren Schnitten ausserordentlich feine, durchsichtige Fäserchen gesehen zu haben, welche nach dem Grunde der Epithelzellen verliefen; letztere muss man, wenn

Fig. 306.

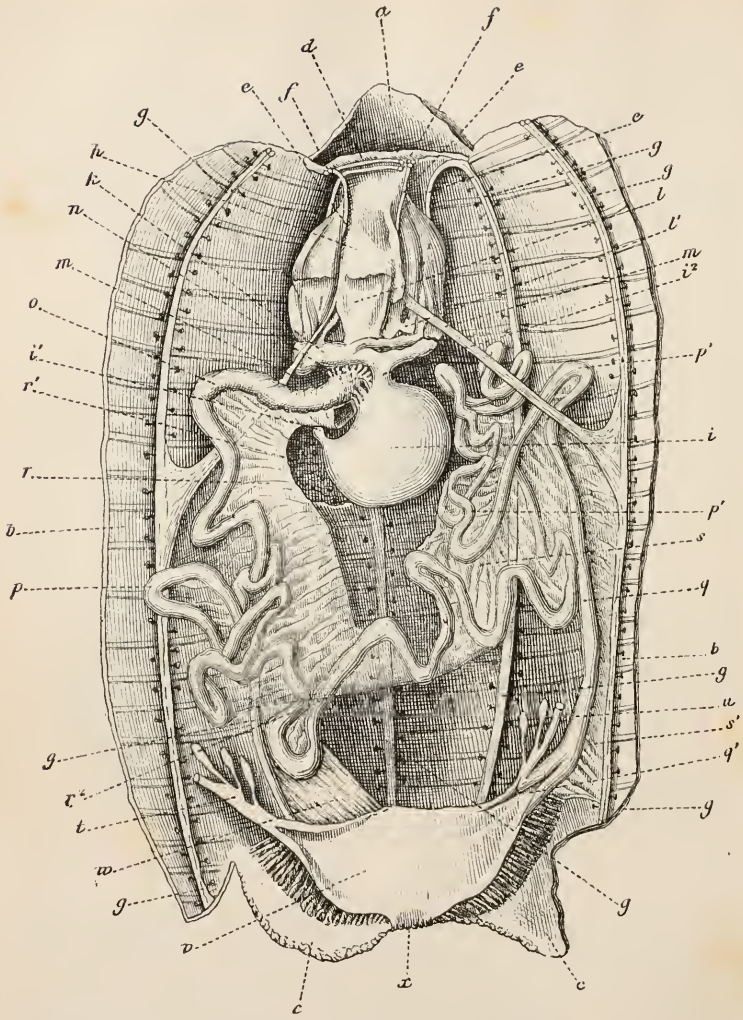


Vorderes Ende von der linken Seite geöffnet. *a*, Ränder der ausgebreiteten Tegumente; *b b*, vereinigte Ambulacrallinien; *c*, Ambulacralgefässe und Muskeln; *d*, Eingang in den Vorhof; *e*, Vorhof; *f*, Kalkstützen des Bulbus; *g*, Genitalcanal; g^1, seine Einmündung in den Vorhof; g^2, Vereinigung der Genitalröhrchen am Ausführungscanal; *h*, linkes Bündel der Genitalröhrchen; h^1, rechtes Bündel; h^2, Ansatzstelle des Mesoariums an die Haut (der übrige Theil des Mesoariums ist entfernt); *i*, Munddarm; *k*, Steincanal; *l*, Poli'sche Blase; *m*, Rückziehmuskeln des Bulbus.

diese Beobachtung sich bestätigt, wegen der Verlängerungen, welche sie nach der Cuticula abgeben, als Tastzellen betrachten.

Wir haben schon bemerkt, dass die allgemeine Kreismuskelschicht von der Bindehaut mehr oder weniger durch Lacunen (*d*, Fig. 311) getrennt ist, welche mit dem Cölom in Verbindung stehen und dieselben Pigmentanhäufungen und Körperchen enthalten, wie

Fig. 307.



Das Thier ist von der rechten Seite aus geöffnet, die Tegumente beiderseits ausgebreitet; die Lungen und die Genitalröhrchen sind entfernt, um den Darm mit dem Mesenterium, den Bulbus mit seinen Anhängen und die quer durchschnittene Cloake sichtbar zu machen. Die Tentakeln sind in den Vorhof zurückgezogen. *a*, Tegumente in der Nähe des Vorhofes; *b*, Tegumente der Seiten, von der inneren Seite gesehen; *c*, Tegumente um die Cloake; *d*, Falte, welche den Nervenring einschliesst; *e e*, Ambulacralgefässe, welche über den Vorhof laufen und sich in die Falten des Bulbus versenken; *f*, Durchschnitte dieser Gefässe bei ihrer Einbiegung gegen die Haut; *g*, Ambulacrallinien der Haut; *h*, Tentakelvorhof; *i*, Poli'sche Blase; i^1, ihr Endhaken; i^2, ihr Hals; *k*, kreisförmiger Sammelcanal des Wimpergefässsystemes, welcher Zweige nach den Tentakeln abgiebt; *l*, Bulbus; l^1, Kalkstützen; *m*, Rück-

dieses. Die Schicht selbst ist ziemlich stark und bildet im Ganzen eine vollständige Umhüllung des Körpers. Sie ist im vorderen Theile des Körpers durch vorspringende Querbündel verstärkt, welche sich von einer Ambulacralzone zur anderen ausbreiten.

Die Längsmuskeln finden sich nur in den Ambulacralzonen. Die Bündel entstehen (*c*, Fig. 306, a. S. 653) auf den fünf Seiten des Tentakelbulbus, da, wo die Wassergefässcanäle aus dem Innern desselben hervortreten. Indem sie zu beiden Seiten dem Nerven und dem Ambulacralcanal eng anliegen, folgen sie diesen, an die Haut befestigt bis zu ihrem hinteren Ende. Sie werden fast im zweiten Drittel der Länge des Körpers durch die fünf Rückziehmuskeln des Bulbus (*m*, Fig. 306) verstärkt, welche hier mit ihnen verschmelzen. Die Fasern, aus denen diese Längsmuskeln bestehen, sind sehr lang, an beiden Enden zugespitzt und tragen mehrere an ihren Rändern haftende Kerne.

Die Muskelschicht ist auf ihrer inneren Fläche von demselben Pflasterepithel mit äusserst feinen Flimmerhaaren überzogen, welches alle Flächen des Cöloms bedeckt.

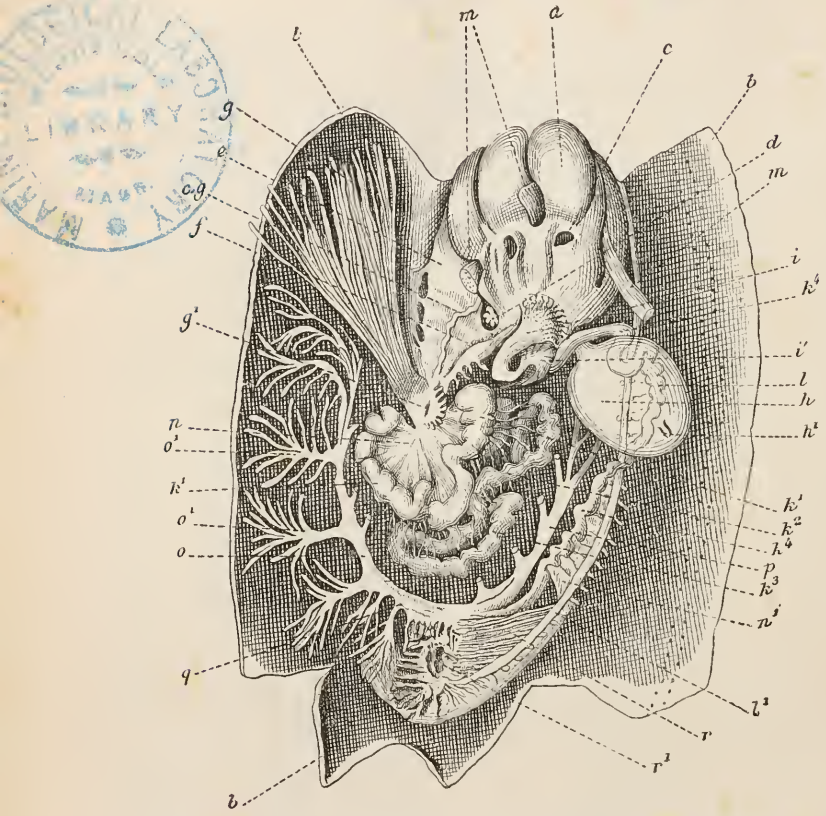
Wir müssen hier noch jene Körper erwähnen, welche Semper und Jourdan Schleimzellen genannt haben. Diese Körperchen finden sich fast überall in den Geweben, verschieden an Zahl; bisweilen fehlen sie, in anderen Fällen sind sie zahlreich vorhanden. Auf dem Darme sind sie meist kugelförmig, haben aber oft unregelmässige Begrenzungen, besitzen eine deutliche Hülle und enthalten ausser einem Kern, der sich durch Pikrocarmin lebhaft färbt, Kügelchen von gleicher Grösse. Diese werden durch Pikrocarmin nicht gefärbt, dagegen, nach Jourdan, durch Hämatoxylin, Jod und Methylgrün. Wir glauben, dass diese Körper, wenn sie auch farblos bleiben, parasitische Bildungen sind.

Verdauungscanal. — Der Tentakelbulbus bildet in seinem vorderen Theile einen weiten Trichter, den Vorhof (*a*, Fig. 307), um welchen die Tentakeln aufgesetzt sind, deren innere Fläche unmittelbar in die Wände des Trichters übergeht. Diese haben ein sammtartiges Aussehen, sind stark dunkelbraun oder schwarz gefärbt und zeigen auf der Rückenseite eine Oeffnung in Form einer halbmondförmigen Spalte, in welcher der Ausführungscanal der Genitalorgane mündet. Die schwarze Farbe setzt sich über die ganze Länge der Speiseröhre fort. Das Pigment liegt in den tieferen Epithelschichten. Im zurück-

ziehmuskeln des Bulbus; *n*, Speiseröhre mit ihren Bändern; *o*, Munddarm; *p*, Darm; p^1, linke Schlinge des Darmes; *q*, Rectum; q^1, seine Mündung in die Cloake; *r*, (rechtes) Mesenterium; r^1, Lücke für den Durchtritt von Genitalröhrchen; r^2, hinterer Rand des Mesenteriums; *s*, (linkes) Mesenterium; s^1, Mesenterium des Rectums; *t*, Stamm der Hautlunge; *u*, Stamm der Darmlunge; *v*, die Cloake geöffnet, um die Mündungen der Lungenstämme und des Rectums zu zeigen; *w*, Faserbänder der Cloake; *x*, After.

gezogenen Zustande sind die Tentakeln in diesen Vorhof zurückgebogen, welcher dann bei den zergliederten Thieren die Form einer

Fig. 308.



Das Thier ist von der rechten Seite her geöffnet und die Tegumente ausgebreitet. Der Bulbus und seine Anhangsorgane sind seitwärts gezogen und der erstere ein wenig umgestülpt, um den Zusammenhang des Mesoariums sichtbar zu machen. Ein Theil der Genitalröhrchen und die Hauptzweige der Darmlunge sind erhalten, ebenso ein Theil des Mesenteriums. *a*, Tentakelvorhof; *b*, ausgebreitete Tegumente; *c*, gefensterte Lücken zwischen den Kalkstützen des Bulbus; *d*, Madreporenplatte; *e*, Mesoarium; *f*, problematischer Canal; *g*, Genitalröhrchen; g^1, Mittelpunkt ihrer Vereinigung von durchschnittenen Röhrchen umgeben; *c g*, Ausführungscanal; *h*, Poli'sche Blase; h^1, ihr Haken; *i*, Speiseröhre; i^1, Munddarm; k^1, erste, k^2, zweite, k^3, dritte Windung des Darmes; k^4, Schlinge des Darmes, welche über die Poli'sche Blase weggeht; *l*, Enddarm, welchen man unter der durchscheinenden Poli'schen Blase erblickt; l^1, Rectum; *m*, durchschnittene Rückziehmuskeln des Bulbus; *n*, Mesenterium; n^1, Mesenterium des Rectums; *o*, Hautwasserlunge; o^1, vollständige Seitenäste; *p*, Wasserlunge des Darmes; die Zweige sind abgetrennt; *q*, Vereinigung der Lungenstämme in der Cloake; *r*, Faserbänder der Cloake; r^1, dieselben durchschnitten.

Kuppel mit bläulichen Reflexen zeigt, und welcher durch fünf Furchen, die den Zwischenräumen zwischen den Tentakeln (Fig. 306, 307) entsprechen, tief getheilt ist. Das Tegument ist bei Beginn des Vorhofes sehr dünn und bildet hier eine Art Hals, auf welchem die Kalkkörperchen gänzlich fehlen. Dieser Hals spaltet sich leicht durch die Contractionen des Körpers.

Am Grunde des Vorhofes öffnet sich der kreisrunde Mund, welcher von einer niedrigen Verdickung der Schleimhaut umgeben ist und in die Speiseröhre, eine kurze trichterförmige Röhre, führt, deren dicke Muskelwandung aus Kreisfasern gebildet ist, und auf der inneren Seite durch starke Längsfalten sich auszeichnet. Diese Falten endigen am inneren Ende des Trichters in einer kreisförmigen Klappe, welche die Speiseröhre deutlich vom Munddarme trennt. Auf seiner äusseren Seite wird der etwas erweiterte Beginn der Speiseröhre durch viele sehr starke, sehnige Bänder an einen sehnigen Ring geheftet, welcher auch zur Befestigung des Wassergefässringes dient. Die Speiseröhre ist hier ausserdem durch kleine Auswüchse in Form von Warzen ausgezeichnet (*n*, Fig. 307), welche durch Verdickungen der Bindeschicht gebildet werden, in denen sich je eine Lacune befindet.

Die Speiseröhre schlägt sich in schräger Richtung gegen die Rückenseite hin und setzt sich in den Munddarm (*o*, Fig. 307) fort, welcher sich links nach der Bauchseite hin krümmt und so mit der Speiseröhre eine Schlinge in Form eines Angelhakens beschreibt. Der erste Arm dieses Hakens oder die eigentliche Speiseröhre ist an das Mesoarium befestigt, welches auf seiner ganzen Länge, eine ziemlich enge Lücke zwischen ihm und dem Bulbus ausgenommen, einen Randsaum bildet. Der Steincanal durchsetzt diese Lücke, in welche oft auch einige Genitalröhren sich einlassen.

Durch die Biegung des Hakens nähert sich der Munddarm dem Halse der Poli'schen Blase, mit welcher er durch einige Faserbänder verbunden ist. Die Rückseite des Darmes bleibt durch das Mesenterium an die Fortsetzung des Mesoariums geknüpft. Die Darmröhre selbst zeigt ein anderes Aussehen; sie erweitert sich, ihre Wandungen werden dünner und werfen sich in dicke Querfalten wie in einem Blinddarm.

Der so gebildete Darm (*p*, Fig. 307) beschreibt drei auf einander folgende Windungen (k^1, k^2, k^3, Fig. 308), welche in der allgemeinen Leibeshöhle hängen und immer durch das Mesenterium befestigt sind und von der Wasserlunge begleitet werden. Die dritte Windung steigt an der linken Seite der Poli'schen Blase auf und gelangt so gegen den Hals derselben unter dem Bande, welches ihn mit der Speiseröhre verbindet. Hier angekommen, bildet der Darm (k^4, Fig. 308) zuerst einen Bogen über den Hals der Blase, den er ziemlich eng umschliesst, um dann nach der linken Bauchseite zu verlaufen, wo er mit einigen

Krümmungen dem Laufe der Ambulacrallinie und dem Stamme der Wasserlunge folgt. Vor diesem Stamme mündet er durch ein sehr dünnes Rectum in die Cloake. Die Oeffnung ist von derjenigen des Lungenstammes durch eine vorspringende Falte (q^1, Fig. 307) getrennt.

Die Cloake (p, Fig. 308; r, Fig. 307; r, Fig. 308) zeigt, wenn man die Haut bis zum After spaltet, die Form eines Trichters, dessen Umrisse man nicht genau erkennen kann. Sie ist in der That so besetzt mit strahlenförmig geordneten Faserbündeln, welche sie auf ihrem ganzen Umfange an die Wandung des Körpers befestigen, dass man ihre eigene Wandung nicht unterscheiden kann. Der After ist kreisrund und von Runzeln umgeben, welche bei der Contraction (a, Fig. 307) sichtbar werden. Man spaltet die Cloake, indem man in den After das eine Blatt einer geknöpften Scheere einführt und sieht sie alsdann (v, Fig. 307) in Form einer weiten Tasche, deren innere Fläche ein perlmutterartiges Aussehen darbietet und in welche vorn die Lungenstämme und das Rectum einmünden.

Die Wandungen des Verdauungscanales sind in ihrer ganzen Länge nach demselben Plane gebildet. Man findet zuerst die Pflasterepithelbekleidung mit Wimperhaaren, welche sich über das ganze Cölom ausbreitet, dann eine Muskelhaut mit zwei Schichten, deren eine Kreisfasern, die andere Längsfasern hat. Die Beziehungen dieser zwei Schichten sind auf den verschiedenen Punkten des Systemes verschieden; an der Speiseröhre bilden die sehr starken Längsbündel die innere Schicht, während sie auf dem ganzen vorderen und mittleren Darme bis zum Rectum die äussere Schicht bilden und dort bedeutend dünner werden. Eine Bindeschicht trennt die Muskelschicht vom inneren Epithel; sie enthält auf der Epithelseite viele Gefässlacunen, während sie nach aussen dichter ist, jedoch gelbliche körnige Körper aufweist, welche durch Vereinigung mehrerer Zellen entstanden zu sein scheinen. Das innere Epithel ist verschieden gestaltet. In der Speiseröhre wird es aus sehr langen, conischen Zellen gebildet, deren Basis nach der Oeffnung des Canales gewendet ist. Diese Zellen sind vermischt mit anderen, eirunden, welche ein feinkörniges Protoplasma enthalten. Die Epithelzellen werden gegen das Ende der Speiseröhre weniger hoch und gehen in die des Darmes über, welche wieder sehr lang, fadenförmig werden und an ihrem freien Ende mit einer durchsichtigen Schicht, eine Art Cuticula, geschlossen sind. Zwischen diesen charakteristischen Zellen finden sich Drüsenzellen eingestreut; die einen ähneln denen der Speiseröhre, andere sind keulenförmig, enthalten durchsichtige Kügelchen und finden sich namentlich im mittleren Darme. Diese unterscheiden sich von den parasitischen, den sogenannten Schleimzellen, welche sich in den Darmwandungen ebenfalls in grosser Zahl vorfinden, dadurch, dass sie vom Pikrocarmin rosenroth gefärbt

werden. Die Kerne dieser Zellen finden sich am Grunde des Schaftes. Im Rectum endlich bilden die sehr kurzen Epithelzellen mehrere über einander gelagerte Schichten und die freien Aussenseiten der letzten Schicht bieten dieselbe durchsichtige Bekleidung wie im übrigen Darme.

Bevor wir das Mesenterium, durch welches der Darmcanal im Cölom aufgehängt ist, beschreiben, wollen wir erst von den übrigen Organen sprechen, an welche sich das Mesenterium ebenfalls anheftet.

Wasserlungen (*k, l*, Fig. 305; *o, p*, Fig. 308; *d, e*, Fig. 311). — Dieser an und für sich unpassende Name ist allgemein angenommen. Wir ziehen ihn der Benennung „baumförmige Organe", welche Jourdan gebraucht, einzig deswegen vor, weil das Wort Wasserlunge bequemer ist.

Diese Organe werden sofort sichtbar, sobald man das lebende Thier durch einen Schnitt geöffnet hat; durch die Contractionen des Körpers werden sie hervorgedrängt und zeigen wurmartige Bewegungen. Bei dem lebenden Individuum bilden sie Zweige, welche an ihren Enden verlängerte, durchsichtige, birn- oder eiförmige (l^1, Fig. 305) Blasen tragen. Wenn man sie näher untersucht, findet man, dass sie mit zwei hohlen Stämmen (*t, u*, Fig. 307) auf dem vorderen Theile der Cloake entspringen. Der eine dieser Stämme, die Hautlunge (*k*, Fig. 305; *o*, Fig. 308), liegt rechts und ist unmittelbar an die innere Fläche der Haut befestigt; der andere Stamm, die Darmlunge dagegen (*l*, Fig. 305; *p*, Fig. 308; *e*, Fig. 311), welche bei Cucumaria stärker ist, wird durch eine Falte des Mesenteriums an den Darm geheftet.

Im Anfange gehen von jedem Stamme einige vereinzelte Bläschen aus, welche auf kurzen Stielen stehen; bald aber zeigen sich Aeste, auf welchen die Blasen mittelst kürzerer oder längerer Stielchen eingefügt sind. Stamm, Aeste und Blasen sind alle äusserst contractil; man kann sagen, dass die Lungen beständig im Begriff sind, sich in dem Cölom zwischen die anderen Organe einzudrängen; ihre vorderen Enden gehen bis über die Seiten des Bulbus vor und füllen alle Zwischenräume aus. Auch ist ihr Aussehen bei den conservirten Individuen sehr verschieden, je nach dem Stande der Contraction, in dem sich die Organe im Moment des Todes befanden; wir haben sie in Fig. 305 nach lebenden und in Fig. 308 und 311 nach conservirten Thieren veranschaulicht. Wir legen auf diesen Punkt besonderes Gewicht, weil man von dicken Wandungen, von vorspringenden Falten u. s. w. gesprochen hat, welche sich in den Endblasen vorfinden sollen. Alle diese Bildungen sind nur Ergebnisse der Contraction; im lebenden normalen Zustande sind die Wandungen der Blasen ebenso dünn und durchsichtig wie diejenigen der Zweige und Stämme.

Nach aussen sind die Lungen vom Flimmerepithel des Cöloms bedeckt; das innere Epithel, ebenfalls flimmernd, ist in den Stämmen pflasterartig, in den Endbläschen mehr cylindrisch. Beide Epithelien sind durch eine hyaline Schicht vereinigt, welche feine, nach allen Richtungen gekreuzte Muskelfasern und gelbe körnige Zellen einschliesst. Die Muskelfasern verdicken sich und nehmen am Ende der Bläschen eine ausgesprochene Kreisrichtung an, so dass sie gewissermaassen eine etwas dickere Capuze bilden.

Semper hat behauptet, dass bei den Aspidochiroten am Ende der Lungenbläschen eine feine Oeffnung, ja sogar ein Canal existire. Wir suchten uns vergebens von dem Dasein dieser Oeffnung zu überzeugen, sowohl bei unserer Species als bei anderen Holothuriden, welche insgesammt das Wasser in beträchtlicher Menge durch den After einziehen und ausstossen und abwechselnd ihre Lungen füllen und leeren. Wenn man dem Wasser feine zerriebene Farben (Carmin, Bleichromat) beimischt, so geben diese Substanzen nicht in das Cölom über, während dies bei Farben, welche wirklich im Wasser aufgelöst sind, stattfindet. Weder die Beobachtung des lebenden Thieres, noch andere Untersuchungen mittelst Schnitten haben uns diese Oeffnung entdecken lassen. Wir behaupten also, dass die Lungenblasen durchaus geschlossen sind und dass das durch sie eingezogene Wasser mit der Cölomflüssigkeit nur durch Osmose in Austausch treten kann, was durch die grosse Feinheit der Wandungen ohne Zweifel wesentlich erleichtert wird. Die Function dieser Lungen kann also in gewisser Beziehung mit derjenigen der Tracheen bei den Insecten verglichen werden; wie diese, führen sie, vollkommen geschlossen, das Athmungsmittel ins Innere des Körpers, mit dem Unterschiede allerdings, dass sie Wasser führen und dass sie sich nicht über die Organe verzweigen, sondern nur in dem von Flüssigkeit erfüllten Cölom entfalten.

Die Genitalorgane (*n* und m^1, Fig. 305; *h* und h^1, Fig. 306; *g*, g^1 und *cg*, Fig. 308) zeigen bei den beiden Geschlechtern durchaus denselben Bau, und um die weiblichen Organe von den männlichen unterscheiden zu können, muss man zur Lupe oder zum Mikroskop Zuflucht nehmen. Es sind einfache, bisweilen auch gabelig getheilte Röhren, deren geschlossenes Ende frei im Cölom schwimmt. Sie vereinigen sich in zwei Bündeln, von denen das eine rechts, das andere links vom Mesoarium liegt, welches hier durch ein Faserband (h^2, Fig. 306) an die Wandung des Körpers befestigt ist. Die Röhren sind, was die Entwicklung betrifft, in den verschiedenen Stadien sehr verschieden; bald sind sie ziemlich kurz (Fig. 306), in anderen Fällen viel länger (*g*, Fig. 308), so dass sie alle Zwischenräume zwischen den in der vorderen Körperhälfte gelegenen Organen ausfüllen. In der Nähe des Mesoariums vereinigen sie sich in einer Art Blase (g^1, Fig. 308), welche nichts Anderes als das erweiterte Ende des Ausführungscanales ist.

Dieser verläuft ein wenig geschlängelt und immer in das Mesoarium eingelagert nach der Rückseite des Bulbus und durchbohrt die Wandung des Vorhofes gegenüber den kleinen Tentakeln der Bauchseite mit einer ziemlich weiten halbmondförmigen Oeffnung, welche mit dem schwarzen Epithel des Vorhofes ausgekleidet ist.

Der Bau der Genitalröhren ist ziemlich einfach. Die äussere wimpernde Schicht zeigt ziemlich hohe, cylindrische und helle Zellen. Unter dieser Peritonalbekleidung findet sich eine dünne Muskelschicht mit Längsfasern nach aussen und Kreisfasern im Innern, ferner eine Bindefaserschicht mit Lacunen und endlich ein inneres Epithel, das bei den beiden Geschlechtern verschieden ist. Das männliche Epithelium zeigt zusammenfliessende Zellen mit zahlreichen Kernen, aus welchen die Köpfchen der Samenthierchen mit langem fadenförmigem Schwanz entstehen; das weibliche Epithelium zeigt Zellen mit vereinzelten Kernen, von denen einige Eichen werden, während die anderen Follikel darum bilden.

Das Mesenterium (Fig. 307, 308, 309). — Die Beziehungen dieser häutigen Ausbreitung sind ziemlich verwickelt, da dieselbe aus der Verschmelzung zweier ursprünglicher seitlicher Säcke entsteht; sie lassen sich auf frischen Thieren nur sehr schwer darlegen, da die Haut meist sehr durchsichtig ist.

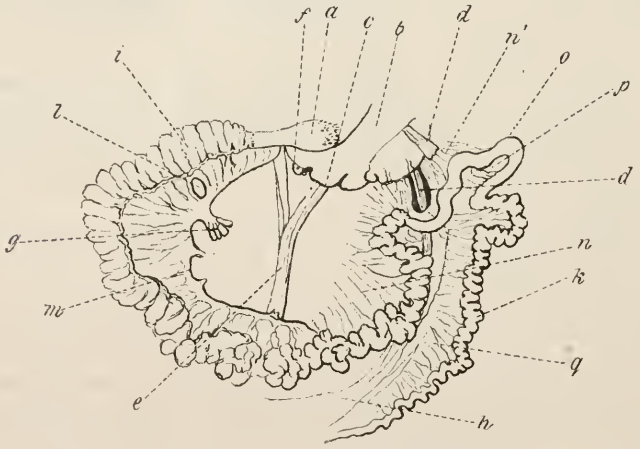
Eigentlich ist das Mesenterium nur eine directe Fortsetzung des Bauchfelles, welches die ganze innere Seite der Haut bekleidet und deren innere Schicht bildet. Allein ausser den in Form von Membranen gefalteten Partien finden wir, namentlich um den Anfang der Speiseröhre und auf der Cloake, viele Bänder, welche das Bauchfell an diese Organe festhalten und zwischen sich Lücken lassen. Ausser den oft netzartigen Bündeln des Bindefasergewebes, welche seinen Hauptbestandtheil ausmachen, findet man im Mesenterium auch Muskelfasern und Gefässlacunen in Menge.

Was nun die auf sich selbst zurückgefaltete Duplicatur betrifft, so zeigt sie sich zuerst in einer fast dreieckigen Partie (*e*, Fig. 308), welche am Bulbus längs einer Linie befestigt ist, die auf der Rückenseite durch die Einfügung des ausführenden Genitalcanales und des problematischen Canales, sowie durch den Hals der Poli'schen Blase markirt ist. Auf dieser Seite des Dreiecks sieht man an der Einfügung am Bulbus zwei kleine Lücken, von denen die eine zum Durchlass eines Rückziehmuskels (*m*), die andere für die Madreporenplatte (*d*) dient, deren Canal um den Bulbus sich herumschlingt. Diese Lamelle, welche mit der zweiten Seite an die Wandung des Körpers und mit der dritten an die Speiseröhre befestigt ist, nennen wir das Mesoarium, da seine Bestimmung wesentlich darin besteht, den Ausführungscanal und die Anfänge der Genitalröhren in ihrer Lage zu halten. Der Gipfel des Dreiecks entspricht in der That dem Vereinigungs-

punkte der Röhren und wird hier durch starke Bänder an die Wandung des Körpers (*g*, Fig. 307) befestigt. Nach dieser Seite hin zeigt das Mesoarium eine Oeffnung (*l*, Fig. 309), in welche das eine Bündel der Genitalröhren sich einlässt.

Da wir vom Mesoarium sprechen, müssen wir noch einen problematischen Canal (*f*, Fig. 313) erwähnen, welcher zwischen dem Vereinigungspunkte der Genitalröhren und dem Anfange der Speiseröhre verläuft. Er besteht aus Wülsten, die in einander gewickelte Bläschen zeigen, in welchen sich Anhäufungen von körnigen Massen und ziemlich grosse Kerne befinden, welche aber im Uebrigen durchsichtig sind und nur eine kleine innere Höhlung lassen. Dieser problematische Canal ist an beiden Enden geschlossen; wir haben an

Fig. 309.



Federskizze zur Veranschaulichung der Anordnung des Mesenteriums. *a*, Speiseröhre; *b*, Hals der zurückgestülpten und durchschnittenen Poli'schen Blase; *c*, Rand des Bulbus; *d*, Rückziehmuskel; *e*, Ambulacrallinie; *f*, Steincanal; *g*, Ansatz der abgeschnittenen Genitalröhrchen; *h*, Stamm der Darmlunge; *i*, Darm; *k*, Rectum; *l*, Lücke für den Durchlass von Genitalröhren; *m*, Hautrand des (rechten) Mesenteriums; *n*, (linkes) Mesenterium; n^1, ein Theil des Mesenteriums, durch eine Lücke um den Rückziehmuskel durchbrochen; *o*, Blatt des Mesenteriums, welches diesen Theil des Darmes an den Bulbus befestigt; *p*, Lücke zum Durchlass des Halses der Poli'schen Blase; *q*, Mesenterium des Rectums.

ihm keine Oeffnung, weder nach dem Genitalcanale hin, noch in die Speiseröhre gefunden. Wir betrachten ihn als ein rückgebildetes Organ und das um so mehr, als er sehr verschiedene Entwicklungszustände aufweist. Oft hat man Mühe, ihn zu entdecken, oft wieder ist er gut sichtbar, da seine Zellen mit weisslichen körnigen Massen erfüllt sind. Der Raum des Mesoariums zwischen diesem Canal und

dem Genitalcanal zeichnet sich durch eine sehr deutliche netzartige Structur aus.

Das eigentliche Mesenterium folgt, indem es den Bulbus verlässt, der Speiseröhre, steigt auf dem Interambulacralraum des Rückens herunter, befestigt sich hier, indem es nach rechts und links starke Bündel abgiebt und beschreibt dann eine Kreislinie um den Körper, fast in der Höhe der Vereinigung der Rückziehmuskeln des Bulbus mit den Ambulacralzonen. Indem es sich mit seinem anderen Rande an den Darm heftet, bildet es mit diesem eine Doppelfalte, welche wir in unserer Figur 308 auf einem stark zusammengezogenen Darm an ihrer Stelle veranschaulicht haben, während sie in den Figuren 307 und 309 mehr oder weniger ausgebreitet ist. Die Einfügung scheint auf den richtig geöffneten Individuen ebenso einen Kreis um die Poli'sche Blase zu beschreiben. Da, wo der Darm seine letzte vordere Schlinge (p^1, Fig. 307) bildet, geht das Mesenterium, nachdem es den Darm umhüllt hat, auf den Mastdarm (p, Fig. 309) über, welchen es in der Weise umgiebt, dass es ihn mit seinem inneren Rande an den Darm und an die Darmlunge und mit dem anderen im Interambulacralraume des Bauches (s^1, Fig. 307) an das Tegument befestigt. Diesem Zwischenraume folgend, gelangt das Mesenterium nach der Cloake, wo es sich in zahlreiche Strahlenbündel auflöst.

Auf der ganzen Strecke von der ersten bis zur letzten Windung des Darmes ist das Mesenterium reichlich mit Gefässen versehen, und das Gefässnetz, auf das wir nachher zurückkommen werden, breitet sich auch in der Falte aus, welche die Lunge an den Darm befestigt.

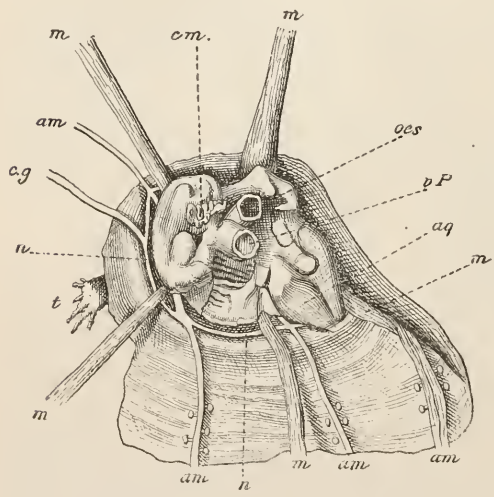
Das Nervensystem (n, Fig. 310 a. f. S.). — Die wesentlichen Bildungselemente dieses Systemes sind ganz dieselben wie bei den anderen schon behandelten Echinodermen; man findet überall bis in die feinsten Verzweigungen Zellen vermengt mit Nervenfasern. Der allgemeine Plan der Anordnung ist ebenfalls der gleiche: ein Ring um den Mund, von welchem die Ambulacralnerven und hier bei den Holothurien auch die Tentakelnerven ausstrahlen. Das System kann man namentlich an Serienschnitten und durch Dissociation mittelst verdünnter Salpetersäure studiren; Zergliederungen mit dem Messer liefern nur künstliche Präparate, da die Nervenbestandtheile zu sehr mit den sie umgebenden Scheiden und Geweben verschmolzen sind. Letzteres ist auch bei dem mit „n“ bezeichneten Ringe unserer Figur der Fall; er enthält zwar die Nervenbestandtheile, allein noch von Bindegewebe umgeben.

Dieser Ring umgiebt den Vorhof in weitem Kreise an der Ursprungsstelle der Tentakeln. Durch Schnitte kann man constatiren, dass er aus Fäserchen besteht, über welche in der ganzen Peripherie kleine Kerne zerstreut sind, die sich lebhaft färben. Es wollte uns nicht glücken, die Wandungen der Zellen zu sehen, in welchen ohne Zweifel diese Kerne enthalten sind, die in grösserer Zahl an der Mitte

der Ambulacralräume sich anhäufen. Vom Ringe gehen sechzehn Nervenstämme aus: fünf nach den Ambulacralzonen, zehn nach den Tentakeln und einer nach der Speiseröhre.

Die Ambulacral- und Tentakelnerven haben durchaus denselben Bau und dieselbe Lagerung. Auf Querschnitten (*h*, *v*, Fig. 311) der Tegumente und des Vorhofes sieht man sie als lang gezogene Streifen, bald spindelförmig, bald durchweg gleich dick und immer innerhalb ovaler Lacunen, an deren beiden Enden sie durch die Fortsetzung einer sehr feinen, sie umhüllenden Bindeschicht befestigt sind. Auf der äusseren, nach dem Cölom gerichteten Fläche des Bulbus treten die Nerven mit den Längsmuskeln aus, von denen sie durch die Hälfte der erwähnten Lacune getrennt sind, welche nichts Anderes ist als der Wassercanal, und folgen diesen Muskeln, indem sie gegen die Haut sich einbiegen.

Fig. 310.

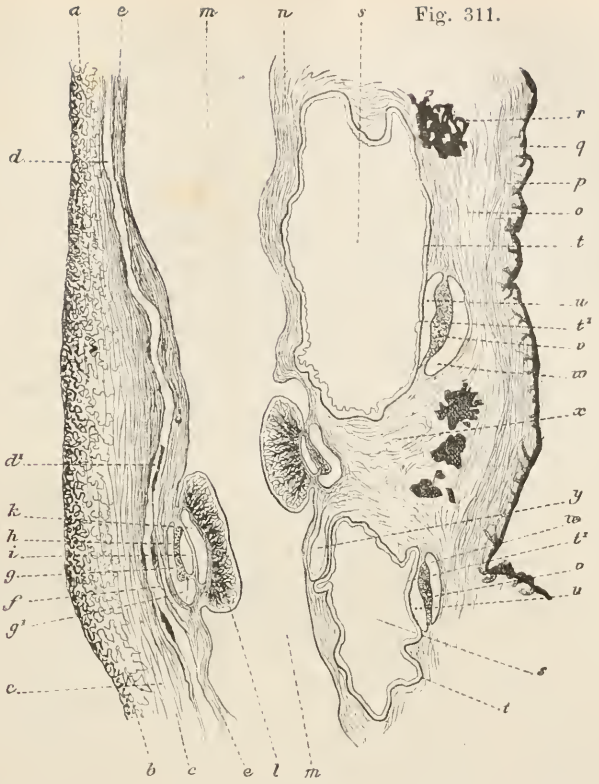


Ansicht der hinteren Seite des Bulbus. Das Thier ist unmittelbar hinter dem Bulbus quer durchschnitten und dieser letztere über seinen Eingang zurückgestülpt, wobei ein Theil der Tegumente umgewendet wurde. Die Poli'sche Blase ist an ihrem Halse, die Speiseröhre an ihrem Austritte durchschnitten. *am*, die Ambulacrallinien; *cm*, Steincanal; *cg*, Genitalcanal; *n*, Nervenring; *oes*, durchschnittene Speiseröhre; *vP*, durchschnittener Hals der Poli'schen Blase; *t*, Fühler; *aq*, Wassercanal.

Die Tentakelnerven wenden sich in den faserigen Umhüllungen des Bulbus gegen die innere Seite des Vorhofes und legen sich eng an die Bauchseite des grossen Wassercanales der Tentakeln; sie sind ebenso befestigt und umgeben wie die Ambulacralnerven. Allein bald öffnet sich der enge Wassercanal (*u*, Fig. 311), der sie begleitet, in den grossen Wassercanal des Fühlers (*s*, Fig. 311) und nun liegt der Nerv unmittelbar in dessen Umhüllung an der inneren Seite und folgt ihm, Geflechte bildend, bis in die Endäste.

Die Ambulacralnerven begleiten ihre zugehörigen Zonen bis zum Ende gegen den After, indem sie nach und nach immer dünner werden und auf dem ganzen Wege unter einem rechten Winkel Nebenäste aussenden, welche nach den Ambulacralröhren und nach der Haut verlaufen. Die ersten liegen an ihrem Ursprunge in den Lacunen und

Fig. 311.



Theil eines Querschnittes des Vorderkörpers am Grunde der Tentakeln, über dem Munde und quer durch den Vorhof. Die Tentakeln des Thieres waren ausgebreitet. Man sieht zwei Tentakelnerven mit ihren durchschnittenen Einfassungen, ebenso einen einzelnen Ambulacralnerven, welcher auf seinem Verlaufe zweimal, auf dem Vorhofe und auf der Haut, durchschnitten ist. Verick, Oc. 2, Obj. 2. *Cam. luc.* *a*, Epidermis; *b*, darunter liegende Faserschicht der Haut, von braunen Pigmentnetzen durchzogen (Kalkkörperchen finden sich in diesem dünnen Theile des Tegumentes nicht); *c*, äussere Bindeschicht der Haut; *d*, die von Bändern durchkreuzte Lacune, welche diese Schicht von der folgenden trennt; d^1, Pigmentanhäufungen in dieser Lacune; *e*, Kreismuskelschicht der Haut; *f*, Fortsetzung dieser Schicht über eine secundäre Lacune, welche durch die Faserschicht *y* von der Nervenlacune g^1 getrennt ist; *h*, Ambulacralnerv; *i*, secundäre Lacune; *k*, Wassergefässcanal, durch eine intermediäre Faserbrücke von der Lacune getrennt; *l*, Querschnitt durch den Längsmuskel. Gegenüber sieht man, dem Bulbus anliegend, die Gegenpartie dieses Muskels mit den darunter liegenden Partien; man bemerkt, dass die secundären Lacunen hier fehlen; *m*, Cölomhöhlung, welche die Partien des Bulbus rechts und die Haut links trennt; *n*, äussere Bindefaserschicht des Vorhofes; *o*, mittlere Bindeschicht; *p*, innere dichtere Schicht; *q*, schwarzes Epithel, welches die ganze innere Seite des Vorhofes bedeckt; *r*, Pigmentanhäufungen; *ss*, Wassergefässhöhlungen zweier Tentakeln; *t*, ihre Membran und inneres Epithel; t^1, Fortsetzung über die nervöse Lacune wegziehend; *u*, Wassergefässcanal; *v*, Tentakelnerv; *w*, Nervenlacune; *x*, eine angeschnittene Lacune der Bindeschicht; *y*, dieselbe durch den Schnitt geöffnet.

sind gebildet wie die Stämme, von denen sie entspringen. Bei der Ambulacralröhre angelangt, legen sie sich an die äussere Seite des Wassercanales, welcher deren Höhle bildet, bleiben aber von ihm durch die Fortsetzung der Lacunen in der Bindeschicht getrennt. Sie geben ausserdem Zweige für die Haut ab.

Endlich geht vom Nervenring ein sechzehnter platter Nerv aus, der auf Schnitten Bandform hat. Er entspringt am Grunde der kleinen Bauchtentakeln und geht direct auf die Speiseröhre über, wo er sich an die Kreismuskelschicht anlegt. Seine sehr dünnen Fäserchen lassen sich bald nicht mehr von den Bindefasern des Darmes unterscheiden.

In allen diesen Nerven findet man dieselben Fäserchen und dieselben uni- oder multipolaren Zellen mit ihren Kernen wie in dem Ringe um die Speiseröhre; von einem morphologischen oder functionellen Unterschied zwischen dem centralen Ringe und den peripherischen Nerven kann man also nicht reden.

Der Bulbus. — So benennen wir in seiner Gesammtheit jenes ansehnliche, im vorderen Theile des Körpers liegende Organ, welches die Autoren gewöhnlich den „Kalkring“ genannt haben. Es ist allerdings ein Kalkgerüst vorhanden, welches einen Ring um den Mund bildet, und insofern ist letztere Benennung richtig; allein dieses innere Skelett macht im Ganzen den kleinsten Theil des Organes aus. Dasselbe bietet ein verschiedenes Aussehen, je nachdem die Tentakeln ausgebreitet (Fig. 304, 314) oder in den Vorhof zurückgezogen sind (siehe die übrigen Figuren). Der Anatom wird meistens die Thiere in dem letzteren Zustande finden; wir wollen denselben zuerst beschreiben.

Der Bulbus zeigt sich bei den Thieren mit zurückgezogenen Tentakeln (Fig. 306, 307, 308) als ein in der Mitte dickbauchiges Organ von ovaler Form. Eine weite Trichteröffnung (*d*, Fig. 306; *a*, Fig. 307) führt in eine Abtheilung mit fünf gewölbten Seiten, von dunkelblauer Farbe mit perlmutterartigem Reflex, welche durch ziemlich tiefe einspringende Falten getrennt sind. Dieser Theil geht durch einen ziemlich engen Hals in die Tegumente über; er ist nur aus den einwärts gebogenen Tegumenten gebildet, welche hier keine Kalkkörperchen enthalten, deren Bindeschicht jedoch stark entwickelt ist (*c*, Fig. 311), Die dunkelblauen Reflexe rühren von den schwärzlichen Tentakeln her. deren Färbung durch die etwas durchscheinende Haut gesehen wird. Am Grunde der fünf Falten entspringen die fünf Ambulacralnerven (*c*, Fig. 307), welche von ihren Muskeln begleitet, Bogen bilden und sich damit an die Tegumente anlegen. Dieser erste Theil ist also nur der gegen den Mund eingebogene Vorhof, in welchen die Tentakeln zurückgezogen sind; er gleicht sich aus und verschwindet bei den Thieren mit ausgebreiteten Tentakeln.

Die Furchen setzen sich über die Aussenseite des zweiten Theiles des Bulbus fort, welcher je nach seinem Füllungszustande einem umgekehrten Turban oder einem Cylinder ähnlich sieht. Am Grunde der Furchen entspringen auf den Kalkstücken selbst die fünf Rückziehmuskeln des Bulbus (*m*, Fig. 306, 307), welche schief das Cölom durchsetzen und sich beim Anfange des zweiten Drittheiles der ganzen Länge mit den Ambulacrallängsmuskeln vereinigen, mit denen sie die Structur gemein haben. Sie ziehen den Bulbus kräftig nach hinten, wenn sie zusammenwirken und krümmen ebenso die Tentakeln nach innen. Die Kalkstücke, welche den Skelettring formiren, unterscheiden sich leicht an dem zusammengefallenen Bulbus (*b*, Fig. 311), ohne besondere Präparation durch ihr kreideartiges Aussehen; sie bilden zusammen einen dünnen Ring mit zehn nach vorn und zehn nach hinten gewendeten Spitzen. Sie werden aus einem wenig festen netzartigen Gewebe gebildet; man kann also, ohne das Rasirmesser zu beschädigen, am gut gehärteten und nicht entkalkten Bulbus feine Schnitte anfertigen. Die Masse dieses Theiles ist aus sehnigem Bindegewebe mit weisser Aussenfläche gebildet. Der Turban wird in seiner Mitte durch den Mund und den cylindrischen Schlund durchbohrt, welche beide auf ihrer Innenseite von einem schwarzen Epithel überzogen sind, hinter dem sich eine weite Fasermuskelzone ausbreitet. In dem Bindegewebe sind die grossen Wasserbehälter für die Tentakeln und die Lacunen, welche die Ambulacral- und Tentakelnerven umgeben, ausgehöhlt.

Ein dritter Theil des Bulbus wird durch den Wassergefässring gebildet, welcher den Anfang der Speiseröhre, den Hals der Poli'schen Blase und die Einfügung des Steincanales umgiebt. Das Aussehen dieses Theiles variirt sehr je nach dem Füllungszustande. Der einzige unveränderliche Theil ist die Speiseröhre (*n*, Fig. 307; *o*, Fig. 308, 312; *oe*, *s*, Fig. 310), welche immer die Mitte des Turbans einnimmt und ringsum durch strahlenförmige kurze Streifen befestigt ist.

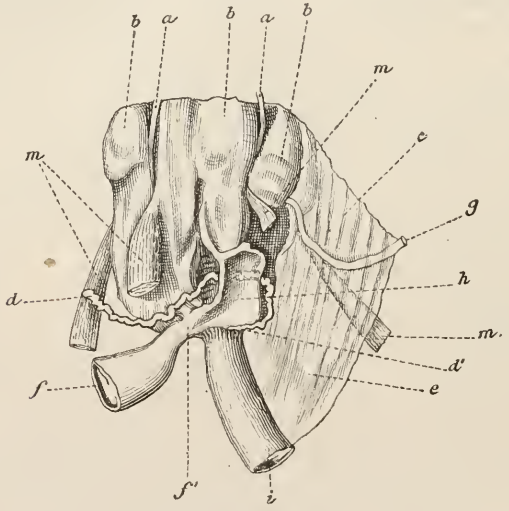
Im Ganzen ist demnach der Bulbus ein Zubehör des Wassergefässsystemes, welches mehrere Eigenschaften der Laterne der Seeigel in sich vereinigt, in anderen Beziehungen aber von ihr sehr verschieden ist; die Laterne ist, trotzdem sie die Gefässcanäle sammelt und die Ambulacralgefässe abgiebt, in Wirklichkeit doch vor Allem zur Verkleinerung der Nahrungsmittel bestimmt.

Das Wassergefässsystem. — Dieses System besteht aus einer centralen Partie, welche dem Bulbus angehört und sich aus dem Steincanal mit Madreporenplatte, dem Wassergefässring und einer grossen Poli'schen Blase zusammensetzt, und aus einer peripherischen Partie, welche die Tentakeln und Ambulacren in sich schliesst. Was dieses System vor dem aller anderen Echinodermen unterscheidet, ist, dass es bei den ausgewachsenen Holothuriden keinen Zusammenhang mit

dem umgebenden Wasser herstellt, da die Madreporenplatte, statt in die Haut eingelassen zu sein, in der Cölomflüssigkeit schwimmt. Bekanntlich haben die Larven eine äussere Oeffnung, während bei den ausgewachsenen Thieren die Madreporenplatte ganz von der Haut abgelöst ist.

Der Steincanal. — Diesen geschlängelten Canal (*c*, *m*, Fig. 310; *d*, Fig. 312; *c*, Fig. 313), welcher sich durch seine kreideartige, weisse Farbe auszeichnet, findet man auf der hinteren Seite des Bulbus, wo er sich auf der linken Seite ausbreitet und mit seinem Ende in das Mesoarium (*d*, Fig. 312) eingefügt ist. Die mittlere Partie dieses langgezogenen Canales ist unter dem Mikroskope ganz undurchsichtig, während sie im reflectirten Lichte eine gelblichweisse Farbe zeigt. In

Fig. 312.



Der losgetrennte Bulbus von der linken Seite gesehen. *a*, Ambulacralgefässe; *b*, Vorhof; *c*, abgelöstes Mesoarium; *d*, Steincanal; d^1, seine Einmündung in den Kreiscanal; *e*, problematischer Canal; *f*, durchschnittene Poli'sche Blase; f^1, Hals der Blase; *g*, Genitalcanal; *h*, Ast des Kreiscanales, welcher nach den Tentakeln aufsteigt; *i*, durchschnittene Speiseröhre; *m*, Rückziehmuskeln des Bulbus.

manchen Fällen findet man den Canal fast ganz ausgebreitet, wie ihn Fig. 312 darstellt; gewöhnlich aber sieht man ihn zu einem Knäuel aufgewickelt in einer Vertiefung des Bulbus, welche dem Raume zwischen dem Halse der Poli'schen Blase und der Speiseröhre (*c*, *m*, Fig. 310) entspricht. In möglichst ausgebreitetem Zustande ist seine Länge gleich dem Durchmesser des Bulbus. Obgleich er durch einige Bänder, welche vom Mesoarium ausgehen, zurückgehalten wird, schwimmt sein distales Ende frei in der allgemeinen Leibeshöhle. Im ausgebrei-

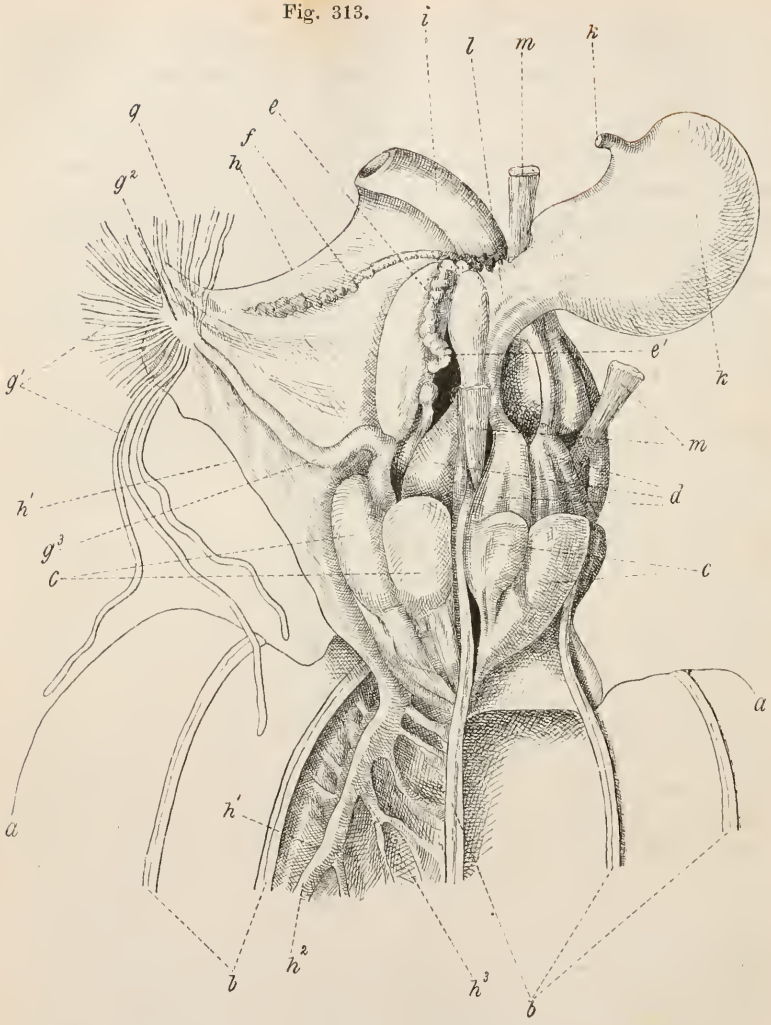
teten Zustande umgiebt der Canal die linke Seite des Bulbus, versenkt sich unter den Tentakelzweig des Wassergefässsystemes, welcher dem Mesoarium am nächsten liegt, und erscheint wieder auf der anderen Seite ganz in das Mesoarium eingelassen. Hier werden seine Falten weniger gewunden und bilden zusammen einen Bogen, welcher nach der Stelle verläuft, wo die Speiscröhre durch starke Bänder an den Wassergefässring geheftet ist. Er mündet mit einer sehr feinen Oeffnung in den Ringcanal nahe bei dessen Verbindung mit dem Halse der Poli'schen Blase (d^1, Fig. 312). Diese Endigung liegt der Speiscröhre so nahe, dass man glauben könnte, sie führe in den Oesophagus selbst, während in Wirklichkeit der Canal in den Wassergefässring mündet, wobei er sein kreideartiges Aussehen verliert. Die Präparation dieser Partie ist sehr schwierig.

Um den Bau des Steincanales zu studiren, muss man ihn sorgfältig ablösen und in eine verdünnte Lösung von Pikrocarmin oder Bealescarmin legen, welche die Bindetheile färbt, während die Kalktheile weiss bleiben. Um Schnitte anzufertigen, muss man mit stark verdünnter Säure entkalken.

Der Canal beginnt mit einer kleinen Madreporenplatte (e^1, Fig. 313 a. f. S.), welche die Form einer Bohne oder einer Niere hat und etwas schräg über dem Steincanal liegt, der mit einer kleinen Windung beginnt. Die Madreporenplatte ist auf ihrem äusseren Rande gefurcht; die Furchen convergiren gegen die Vertiefung der Bohne, wo sie zu Röhren werden, welche nach dem Canale verlaufen. Platte und Furchen tragen dasselbe hohe Flimmerepithel, welches wir schon bei den anderen Echinodermen kennen gelernt haben, und welches noch in die queren Canäle an ihren Oeffnungen übergeht. Die Porenröhren sind in ihrer Fortsetzung mit einem Pflasterepithel bekleidet, welches sich über die ganze Länge des Steincanales, jedoch nur auf einer Seite, fortsetzt. In dieser Hinsicht zeigt der Canal eine ähnliche Einrichtung, wie sie Hamann bei Synapta beschrieben hat. Die Wandungen sind in der That mit Kalkspiesschen bestreut; allein diese häufen sich stellenweise an, um Platten zu bilden, was die schlangenartigen Windungen des Canales hervorbringt. Gegenüber diesen Kalkplatten ist das Cylinderepithel entwickelt, während auf der entgegengesetzten Seite das Epithel pflasterförmig ist. Das Cylinderepithel bedeckt die ganze Innenfläche des Canales bei seiner erwähnten Mündung in den Wassergefässring.

Der centrale Ring (h, Fig. 312; d, Fig. 313; k, Fig. 314) trägt diese Bezeichnung nicht in passender Weise. Er ist vielmehr ein hohler Rosenkranz, bestehend aus zehn Taschen, die höher als breit sind, deren warzenartiges Ende (a, q, Fig. 310) auf der hinteren Seite des Bulbus gegen das Cölom etwas vorspringt und die unter einander durch ziemlich enge Verbindungsstellen communiciren. Diese Taschen

Fig. 313.



Die Bänder des Bulbus sind abgetrennt und dieser selbst nach vorn gezogen und umgestülpt, so dass die Beziehungen der Organe sichtbar werden. Doppelte Grösse. *a*, Rand des ausgebreiteten Tegumentes; *b*, Ambulacrallinien; *c*, Tasche des Vorhofes, in welche die Tentakeln zurückgezogen sind; *d*, Aeste des Kreiscanales, welche nach den Tentakeln aufsteigen; *e*, Steincanal; e^1, Madreporenplatte; *f*, problematischer Canal; *g*, linkes Bündel der Genitalröhren; g^1, rechtes Bündel, bei dem einige Röhren erhalten sind, um ihre Länge zu zeigen; g^2, Stelle, wo sich durch Vereinigung der Röhren der Genitalcanal g^3 bildet; *h*, Rand des Mesoariums, welcher sich an den Bulbus befestigt; h^1, längs der Anheftungslinie an die Haut abgeschnittener Rand des Mesoariums; h^2, an die Haut befestigter Lappen des Mesoariums, welcher die Strahlen h^3 bildet; *i*, Durchschnitt der Speiseröhre; *k*, Poli'sche Blase; k^1, ihr Endhaken; *l*, ausgezogener Hals der Blase; *m*, Rückziehmuskeln des Bulbus.

setzen sich nach einer beträchtlichen Einschnürung nach vorn in die Canäle der Tentakeln fort. Von der Existenz von Klappen bei diesen Einschnürungen, wie sich solche nach Hamann bei den Synapten finden sollen, konnten wir uns bei unserer Species nicht überzeugen. Die Taschen sind je zu zweien verbunden, wobei immer ein Paar dem Zwischenraume zwischen zwei Furchen entspricht. Die faserigen und sehr festen Wände, welche die Taschen umgeben, erscheinen je nach dem Maasse der Anfüllung mehr oder weniger gewölbt.

Ein sehr beträchtliches Anhängsel des centralen Ringes ist die bei Cucumaria einfache Poli'sche Blase (*i*, Fig. 305; *l*, Fig. 306; *i*, Fig. 307; *k*, Fig. 313). Sie erscheint, wenn man bei einem sterbenden Thiere auf dem vorderen Körpertheile einen Einschnitt macht, gewöhnlich in der Wunde zugleich mit einigen Genitalschläuchen und einer Darmschlinge. Es ist eine grosse Blase mit durchscheinenden Wandungen, welche je nach dem Maasse der Füllung mit einer gelblichen Flüssigkeit die verschiedensten Formen, eines Fläschchens, eines Schlauches oder eines menschlichen Magens (Fig. 313), annimmt. Nahe an ihrem freien Ende befindet sich eine kleine Warze von brauner Farbe und hornartiger Consistenz (k^1, Fig. 313), die ganz geschlossen ist und von einem kleinen, angelhakenartig gekrümmten Halse getragen wird, gegen welchen hin die Spiralwindungen der Muskelfasern der Wandungen verlaufen, deren Stützpunkt er zu sein scheint. Von dem verschiedenen Aussehen, welches die Blase mit ihrer Endwarze annehmen kann, geben unsere Zeichnungen besseren Aufschluss als lange Beschreibungen.

Die Blase schwimmt frei in dem Cölom und hängt durch ihren engeren Hals (*P*, Fig. 310; f^1, Fig. 312; *l*, Fig. 313), welcher auf der linken Seite der Speiseröhre mit einer weiten Oeffnung in den centralen Wassergefässring mündet, mit dem Bulbus zusammen. Der Steincanal umgiebt diesen Hals, indem er zwischen ihm und der Speiseröhre durchgeht, und mündet mit einer feinen Oeffnung in dieselbe Tasche, in welche der Hals der Blase mündet.

Die Flüssigkeit, welche die Poli'sche Blase und auch die Canäle, mit denen sie mittelbar oder unmittelbar in Verbindung steht, enthalten, ist opalisirend, etwas gelblich und enthält wie die Cölomflüssigkeit Cytoden mit Amöboidbewegungen und gelbliche körnige Zellen. Ausserdem findet man in der Poli'schen Blase oft sehr bedeutende, freie oder scheibenförmig an die Haut angeklebte Massen von dunkelrothbrauner Farbe. Diese geronnenen Massen scheinen Trümmer des inneren Epithels zu sein; sie werden von kleinen, ziemlich strahlenbrechenden Körnchen gebildet und gleichen sehr jenen, welche in den Tentakelcanälen des Sipunculus schwimmen.

Die Poli'sche Blase ist nach aussen von dem Pflasterepithel des Cöloms entdeckt. Unter diesem Epithel befindet sich eine starke

Schicht von faserigem Bindegewebe, welches zwischen den Fasern amöboide Cytoden mit mehreren Fortsätzen zeigt; gegen das Innere dieser Schicht findet sich eine dünne Muskelzone mit stark verlängerten Muskelfasern, welche angeklebte Kerne tragen und in niedrigen Spiralen so um die Blase herumlaufen, dass sie kreisförmigen Fasern gleichen. Nach innen bemerkt man ein Epithel mit vielen Kernen, um welche das Protoplasma mehr oder weniger grosse Anhäufungen bildet. Dieselben Schichten setzen sich in den Kreisring und seine Anhängsel fort.

Die peripherische Partie des Wassergefässsystemes besteht aus den Tentakeln und den Ambulacren.

Um Injectionen zu machen, wird man vorzugsweise die Poli'sche Blase benutzen. Ein grosser Theil ihrer Wandungen lässt sich leicht durch einen kleinen Einschnitt in die Tegumente, welcher kein Organ verletzt, blosslegen; ihr Volumen ist so gross, dass es die Anwendung ziemlich starker Röhren gestattet, und da sie frei im Cölom schwimmt, kann man auch leicht Ligaturen anbringen. Von der Blase aus kann man das ganze Kreislaufsystem injiciren; indessen bemerken wir, dass es uns trotz vieler Versuche nicht gelungen ist, das ganze System bei einem und demselben Individuum zu injiciren. Die Ursache liegt nach unserer Meinung in der krampfhaften Zusammenziehung verschiedener Theile, welche nach dem Tode fortdauert. Es wäre auch möglich, dass gewisse Theile des Darmes, wie bei den Seeigeln, nicht mit Gefässen versehen wären. Indessen waren unsere Injectionsversuche nicht zahlreich genug, um dies mit Sicherheit constatiren zu können.

Die baumartigen Tentakeln (*a*, Fig. 314) bilden sich aus den Stämmen, welche den Vorhof (Fig. 304) umgeben und sich bald weiter theilen, um in Verzweigungen mit kleinen knopfartigen Erhöhungen am Ende auszugehen. Wenn man sie zerschneidet, zeigt sich dem blossen Auge eine beträchtliche Höhle, welche von den Tegumenten wie von einem Handschuhfinger umgeben ist; dieses Aussehen gewahren wir bis in die kleinsten Verzweigungen. Die Constitution der Umhüllung ist genau diejenige der Haut; man findet in ihr dieselbe Epidermis mit den Pigmentverzweigungen, dieselben Faserschichten, von welchen die äussere locker und mit bumerangförmigen Kalkkörperchen durchspickt ist, die von einzelnen Sehnenbrücken durchsetzte Lacune, hier kreisrund und von der Cölomflüssigkeit erfüllt, hernach eine dicke Muskelschicht, nur aus Längsfasern bestehend, und nach innen ein eigenartiges, aus Zellen mit dicken Kernen gebildetes Epithelium, welches mit demjenigen des Kreisringes eine gewisse Aehnlichkeit hat. Dieser Bau ist die Ursache, dass man bei Individuen, die ein wenig in schwachem Alkohol macerirt sind, die ganze Muskelumhüllung mit dem inneren Epithel aus dem äusseren Tegumente herausziehen kann; die Bänder, welche die Lacunen durchsetzen, reissen

leicht und man erhält so gewissermaassen einen Abguss der inneren Höhle, welcher die Form der Tentakeln wiedergiebt. Durch die Injection füllt sich diese ganze Partie leicht an, wie wir es in Fig. 314 veranschaulicht haben.

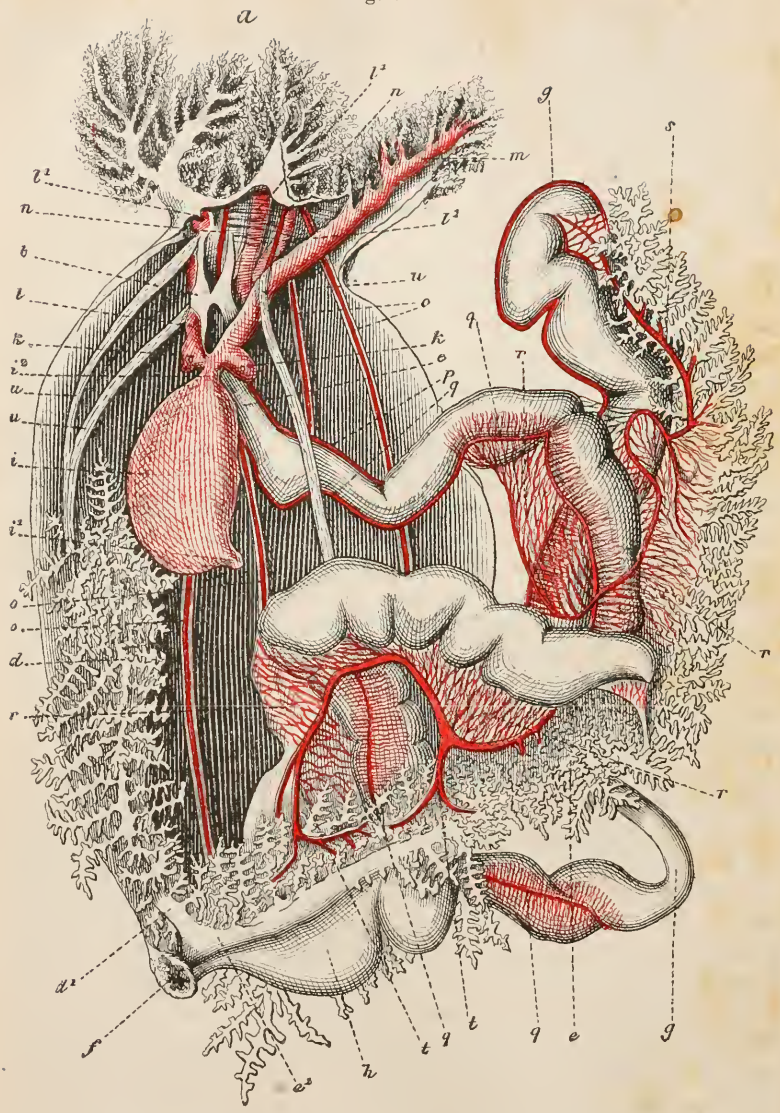
Wir haben gesagt, dass die Tentakelcanäle mit einer eingeschnürten Stelle an dem centralen Ringe entspringen. In die faserigen Massen des Bulbus eingebettet, wenden sie sich in schräger Richtung nach aussen und vorn und gelangen so an den Rand des Vorhofes, wo sie in die Tegumente eintreten, von welchen sie in der beschriebenen Weise umhüllt werden. Auf dem ganzen Wege im Bulbus fehlen die Tegumentschichten vollständig; die Canäle sind einfach in dem Bindegewebe ausgehöhlt und nur mit einem inneren Epithel überzogen, welches dem Anscheine nach von einer dünnen elastischen Lamelle gestützt wird; wie es die Schnitte (*s*, *t*, Fig. 311) zeigen. Auf der inneren Seite aber legen sich in diesem Theile ihres Verlaufes die von ihren Lacunen (*n*, *o*, Fig. 311) begrenzten Tentakelnerven an die Canäle an. Auf den Schnitten konnten wir diese Nerven nur bis zum Grunde der Tentakeln verfolgen, wo sie sich bald in Geflechte auflösen, die sich mit den Fasern der Bindeschicht vermengen. Diese Geflechte aber setzen sich offenbar bis zu den Endköpfchen der Tentakelzweige fort, wo das Epithel anders beschaffen ist und verlängerte dünne Zellen zeigt, die mit kugelförmigen Zellen vermischt sind, welche runde Kerne und ein feinkörniges Protoplasma besitzen, Fäserchen nach der Oberfläche abgeben und demnach sensitive Zellen zu sein scheinen. Diese Zellen, von Jourdan Basalzellen genannt, finden sich nur in den kleinen Endköpfchen der Verzweigungen.

Die Structur der Ambulacren ist derjenigen der Tentakeln nachgebildet. Wir finden bei ihnen dieselben Tegumentschichten, die Lacune, die Muskelschicht und das innere Epithel, und, dank der Lacune, kann man auch hier die Epithelmuskelumhüllung aus der Höhlung des Tegumentschlauches, welcher jene einschliesst, leicht herausziehen. Jedes Ambulacrum hat auch eine Endscheibe, welche am Rande ein wenig angeschwollen, in der Mitte aber vertieft ist; man findet hier dieselben verlängerten Zellen, zwischen denen die muthmaasslichen Nervenzellen liegen, welche aber in der Form von denjenigen der Tentakeln abweichen; ferner ist ein intermediäres Fasergeflecht zwischen diesen Zellen, und das eigentliche Epithel deutlicher sichtbar. Der Ambulacralnerv verhält sich wie der Tentakelnerv; am Grunde der Ambulacren (Fig. 313) sehr leicht kenntlich, löst er sich ebenfalls bald in Geflechte auf.

Wir dürfen also mit Recht schliessen, dass die Tentakeln nur veränderte und verzweigte Ambulacren und diese zwei ihrem, Aussehen nach so verschiedenen Organe im Grunde homolog sind.

Die Ambulacralcanäle entspringen, fünf an der Zahl, am centralen

Fig. 314.



Die Präparation soll die Circulation veranschaulichen. Injection von Jacquet. Die Lungen wurden gelb durch die Cloake, das Gefässsystem roth durch die Poli'sche Blase injicirt. Die Tentakeln sind ausgebreitet, der Darm mit dem Mesenterium soviel als möglich entfaltet. Um die Figur nicht zu überladen, haben wir die eigentlichen Darmgefässe nur an einigen Stellen veranschaulicht. *a*, ausgebreitete Tentakeln; *b*, Kalkstützen des Bulbus; *c*, Speiseröhre; *d*, Hautlunge; d^1, ihr Stamm; *e*, Darmlunge; e^1, ihr Stamm; *f*, After; *g*, Darm; *h*, Rectum; *i*, Polische Blase;

Ringe zwischen den Paaren der Tentakelcanäle; sie durchbohren den Bulbus und gelangen so gegen die Furchen, von denen die Nerven und Ambulacralmuskeln (Fig. 313) ausgehen; letztere begleiten sie auf ihrem ganzen Wege, wobei sie nach rechts und links Aeste abgeben, die anfangs eng sind, sich aber gleich beim Eintritt in die Ambulacren selbst erweitern.

Darmkreislauf (Fig. 314). — Bevor wir auf diesen Gegenstand eintreten, wiederholen wir unsere Behauptung, dass dieser Kreislauf hier wie bei den Seeigeln, obschon er das Aussehen eines reich entwickelten Gefässsystemes hat, doch rein lacunär ist und dass die Gefässe keine eigenen Wandungen besitzen. Andererseits steht dieses lacunäre System in deutlicher Verbindung mit dem Wassergefässsysteme; die Flüssigkeit, welche diese Lacunen enthalten, ist mit derjenigen des Wassergefässsystemes identisch; man kann also bei den Holothuriden nicht von einem Blutkreislauf im Gegensatze zum Wassergefässsysteme reden.

Auf der inneren hinteren Seite des centralen Ringgefässes entspringen zwei dünne Gefässe, welche sich unmittelbar an die Bauch- und Rückenseite der Speiseröhre (*p* und *q*, Fig. 314) anlegen und ihren Weg, ohne Zweige abzugeben, bis zur ersten Windung des Darmes, wo sich das Mesenterium an letzteren ansetzt, fortsetzen. Hier angekommen, fängt das Bauchgefäss oder innere Gefäss (*q*) an, feine Verzweigungen auf den Darm abzugeben, welche unter einem rechten Winkel abgehen und nach beiden Seiten bis zur Hälfte des Darmumfanges verlaufen, wobei die Dorsalseite derselben entbehrt. Erst auf der zweiten Darmwindung sendet das Rückengefäss (*p*) ebenfalls unter rechten Winkeln Zweige auf den Darm ab, welche zufolge wohlgelungener Injectionen mit flüssigen Farben mit den Verästelungen des Bauchgefässes anastomosiren. Diese Verästelungen werden durch Injectionen mit festen, fein zerriebenen Substanzen (Carmin, Bleichromat u. s. w.) nicht erfüllt, und wenn man das Rückengefäss durch den centralen Ringcanal anfüllen will, gelingt dies gewöhnlich nur auf einem Theile, ohne dass man dabei Verzweigungen constatiren könnte. Wir haben es vorgezogen, eine Injection dieser Art wiederzugeben. Die beiden Gefässe folgen dem Darmcanale bis zu seiner letzten Windung wie zwei Randschnüre und endigen, nach und nach dünner werdend, auf dem Anfange des Rectums.

i^1, ihr Endhaken; i^2, ihr Hals; *k*, kreisförmiger Sammelcanal; *l*, nach den Tentakeln aufsteigende Zweige; l^1, ihre Fortsetzung; *m*, Tentakelcanal, von seinem Ursprunge an bis zu den Endverzweigungen freigelegt; *n*, Gefässe, welche vom Kreiscanal nach den Ambulacrallinien aufsteigen; *o*, Ambulacralgefässe; *p*, dorsales Darmgefäss; *q*, ventrales Darmgefäss (diese beiden Gefässe entspringen auf dem kreisförmigen Sammelcanal); *r*, Gekrösnetz; *s*, Sammelgefäss an der Lunge; *t*, Vereinigungsgefäss; *u*, Rückziehmuskeln des Bulbus.

Ausserdem giebt es noch ein anderes, collaterales und mesenteriales System, das von dem Bauchgefässe ausgeht. Von der Stelle an, wo sich das Mesenterium an den Darm anheftet, sieht man in dem Gekröse ein reiches Capillarnetz (*r*, Fig. 314), dessen Anfangsäste von dem Bauchgefäss abgegeben werden und welches sich auf der ganzen Breite des Mesenteriums bis zum Rectum entwickelt; es sammelt sich in einem ziemlich beträchtlichen Stamme, der längs den freien Rändern der Gekrösgewinde verläuft. Dieses Sammelgefäss bildet gegen die Stelle hin, wo das Mesenterium den beginnenden Stamm der Darmlunge mit dem Darme befestigt, einen Vereinigungsring (*t*, Fig. 314), von dem mehrere Zweige ausgehen, unter welchen ein sehr bedeutender (*s*, Fig. 314), der auf dem Rande des Mesenteriums bis zur Spitze der Darmlunge aufsteigt. Auf diesem ganzen Wege giebt der Stamm viele Aeste in das Mesenterium ab, wo sie ein reiches Netz bilden. Dieses Capillarnetz kann man bis zu dem Rande verfolgen, mit welchem das Mesenterium an die Lunge befestigt ist; dagegen konnten wir nie constatiren, dass die Capillaren sich auf die Lunge selbst fortsetzen, deren Stamm, Aeste und Bläschen nie gefässreich sind.

Es scheint, dass dieses letztere Gefäss einige Aehnlichkeit hat mit dem Sammelgefässe der Seeigel, sowie es Perrier beschrieben hat.

Die Holothuriden bieten weit mehr anatomische Verschiedenheiten als die übrigen Classen der Echinodermen, obschon sie eine grosse Aehnlichkeit der äusseren Form zeigen. Wir brauchen, was diesen letzteren Gesichtspunkt betrifft, nur auf die Abweichungen von *Psolus* und *Rhopalodina* hinzuweisen, die wir schon in der Einleitung erwähnt haben.

Die Tegumente zeigen überall im Wesentlichen dieselbe Structur; indessen ist die Entwicklung der Schichten, aus denen sie bestehen, sehr verschieden. Es giebt Arten mit sehr harter und fester Haut (*Psolus*), während gewisse Stichopusarten eine zwar sehr dicke aber so lockere Haut haben, dass sie an der Luft zerfliesst. In die Beschreibung der sehr verschieden geformten Kalkkörperchen treten wir nicht ein, sondern verweisen einfach auf die zoologischen Monographien, namentlich auf das Werk von Semper. Sie scheinen bei *Anapta* und einer Abart von *Haplodactyle molpadoides* zu fehlen. Bei den Synapten befinden sich über die Haut zerstreut kleine Tastwärzchen, welche Hamann beschrieben hat. Der unbewaffnete und immer von Tentakeln umgebene Mund verlegt sich bisweilen ein wenig nach der Bauchseite, so wie der After andererseits auf die Rückenseite auswandert (*Psolus*), um endlich bei *Rhopalodina* sich auf dem vorderen Körperende seitwärts vom Munde zu öffnen. In den weitaus meisten Fällen jedoch befinden sich die zwei Oeffnungen an den zwei Enden der Längsaxe, und der fast immer sehr weite After trägt oft Warzen an seinem Rande. Die Speiseröhre geht immer durch die Axe des Bulbus, welchem bisweilen die Kalkstützen fehlen (*Embolus*). Der Darm ist selten gerade; er beschreibt gewöhnlich eine doppelte Schlinge, bevor er zum After absteigt. Bei einigen Arten unterscheidet man einen vorderen Theil mit stärkeren Muskeln als Magen (*Synaptiden*). Die Gefässverzweigung beginnt erst hinter diesem Theile. Die Cloake, welche bei den mit Lungen versehenen Holothuriden sehr deutlich ist, wird bei den *Synaptiden* weniger auffallend. Letztere haben gar keine Wasserlungen; bei

den anderen kommen immer wenigstens zwei vor, Haut und Darmlunge; bei einigen Gattungen indessen (*Echinocucumis, Ocnus*) werden sie fast rudimentär und bei einigen *Molpadiden* verdoppeln sie sich, so dass man deren vier, ja selbst fünf vorfindet. Ganz besondere schlauchförmige Bildungen, sogenannte Cuvier'sche Organe, finden sich bei mehreren Arten der Gattung *Holothuria, Bohadschia* und *Mülleria*. Unter den europäischen Arten ist *Holothuria impatiens* die einzige, welche solche Röhren besitzt, die voluminöse Gruppen bilden und an der Basis der Lunge nahe bei der Cloake befestigt sind. Jourdan, der diese Organe sehr gut studirt hat, giebt ihnen eine äussere hyaline Epithelschicht mit vereinzelten Kernen, unter welcher sich eine zweite Schicht befindet, die aus dünnen, längs einer Linie eingefalteten Lamellen gebildet wird, die einen granulösen Kern enthält. Wenn das Organ in das Cölom zurückgezogen ist, in welchem die Röhre schwimmt, so stellen sich diese Lamellen gegen einander auf; wenn es ausgedehnt ist, breiten sich die Lamellen platt an der Oberfläche aus. Dieser Bekleidung nun, welche ein wenig an diejenige des Rüssels der Nemertiden erinnert, schreibt Jourdan die klebende Eigenschaft der Cuvier'schen Organe zu. Innerhalb dieser Schicht finden sich Längsmuskelfasern, ferner Kreisfasern und endlich ein dicker faseriger Strang, in dessen Mitte ein unregelmässiger Axencanal ausgehöhlt ist. Diese weissen Röhren werden oft in grosser Zahl durch den After ausgeworfen; sie kleben sogar an Glasplättchen fest und sind offenbar besondere Vertheidigungswaffen. Das Mesenterium zeigt bei den *Synaptiden* Wimpernäpfchen, die vereinzelt oder in baumartigen Gruppen auf festen Stielen stehen und deren erweiterter Napf lange Wimpern trägt, welche in der Cölomflüssigkeit spielen. Das Nervensystem ist überall nach dem gleichen Typus gebildet. Die Gehörbläschen, welche Baur bei *Synapta* entdeckt zu haben glaubte, sind ebenso wenig Sinnesorgane wie die Augen, von denen Müller bei derselben Gattung spricht. Die fünf Ambulacralnerven finden sich überall mit den Längsmuskeln, welche sie begleiten; die Rückziehmuskeln des Bulbus hingegen finden sich nur bei den Dendrochiroten. Das Wassergefässsystem erleidet die verschiedensten Verkümmerungen. Die centrale Partie, bestehend aus dem Ringe, den Poli'schen Blasen und dem Steincanale, findet sich überall, unter ähnlichen Formen, wie bei der typischen Art. Statt einer Poli'schen Blase findet man oft mehrere; der Steincanal mit den Madreporenplatten am Ende kann sich ebenfalls vervielfachen. Diese letzteren umhüllen zuweilen (*Holothuria tubulosa*) das Ende des Steincanales wie ein Sack, dessen Höhlung durch feine Porencanäle mit dem Cölom communicirt. Was das peripherische System betrifft, so verschwinden die Ambulacren in erster Linie. Sie fehlen bei den *Molpadiden* und den *Synaptiden*. Bei den ersteren aber kommen noch die radiären Canäle vor, welche bei den letzteren fehlen. Die Ambulacren sind überall nach demselben Plane gebaut; indessen ist ihre Anordnung verschieden. Das dorsale Bivium wird anfangs nur noch sensitiv, ohne an der Bewegung Antheil zu nehmen, und verschwindet schliesslich ganz. Bei mehreren Gattungen sind die Ambulacren ohne deutliche Anordnung über den Körper zerstreut. Die Tentakeln kommen überall vor und ihre Structur ist ziemlich die beschriebene, wogegen ihre Zahl und ihre Formen verschieden sind.

Bei den *Dendrochiroten* sind sie verzweigt, wie bei unserer typischen Species, stehen mit dem centralen Ringe nur durch eine enge Oeffnung in Verbindung und haben keine inneren Blasen, wie das bei den anderen *Holothuriden* der Fall ist. Bei den *Aspidochiroten* sind sie schildförmig, werden oft von Stielchen getragen, communiciren durch weite Oeffnungen mit dem centralen Ringe und besitzen innere Endbläschen, welche gegen das Cölom vorspringen. Bei anderen sind sie fingerförmig, federförmig oder gelappt.

Sie sind sogar auf Stummel reducirt bei *Echinosoma* und *Embolus*, wo der Bulbus einfach hautartig ist und keine Kalkstützen besitzt. Bei den *Synaptiden* finden sich auf der inneren Fläche der Tentakeln schüsselförmige Organe, welche aus verlängerten Zellen mit langen Wimperhaaren bestehen; sie haben grosse Aehnlichkeit mit den Organen, welche wir bei Sipunculus (*p*, Fig. 307) beschrieben haben; die Autoren sahen sie für Saugnäpfe an, während sie Hamann mit mehr Recht, wie uns scheint, für Sinnesknöpfe erklärt. Ein Nervenzweig begiebt sich zu jedem von diesen Schüsselchen. Der Darmkreislauf vereinfacht sich sehr bei den Familien ohne Lunge.

Die Genitalorgane zeigen einen Hauptunterschied darin, dass die *Pedaten* eingeschlechtig, die *Apoden* hingegen Hermaphroditen sind. Es sind immer Röhren von sehr verschiedenen Formen, einfach oder baumartig, in einem oder zwei Bündeln vereinigt und mit sehr verschieden gelegener Aussenöffnung: in dem Vorhofe wie bei unserer typischen Species und allen Dendrochiroten oder auf der äusseren Rückenfläche oder bei anderen in der Nähe des Tentakelkranzes. Der Ausführungscanal besitzt immer sein Mesoarium. Nach Hamann haben die Genitalschläuche der jungen *Synapten* im Innern ein Epithelium, welches aus grossen cubischen Zellen mit dicken runden Kernen besteht, aus denen durch Theilung die Samenkeime, durch Vermehrung die Eier entstehen. Dieses Epithel ruht auf zelligem Bindegewebe. Bei den fast reifen Synapten sind die Eier, nach Längslinien geordnet, in die Bindeschicht eingebettet, von einem sehr dünnen Follikel umhüllt, durch einen Stiel an die Bindeschicht befestigt und von Spermatoblasten umgeben, in welchen die Samenthierchen entstehen. Viele *Holothuriden* besitzen eine Eihülle ähnlich der Zona pellucida des Säugethiereies, welche durch strahlige feine Porencanäle fein gestreift ist und von einer Mikropyle durchsetzt wird, welche sich nach Semper bei *Stichopus variegatus* und *Holothuria impatiens* gegenüber dem Stielchen befindet.

Bekanntlich entwickeln sich die Holothuriden in den meisten Fällen durch symmetrische Larven, welche frei im Meere herumschwimmen und welche man *Auricularia* genannt hat. Indessen hat man auch einige Arten von *Chirodota* und *Phyllophorus* entdeckt, bei denen die Jungen sich in der allgemeinen Leibeshöhle entwickeln. Ueber den letzteren Gegenstand hat man nur unvollkommene Beobachtungen.

Der Kreis der Echinodermen bildet ein Ganzes, dessen Beziehungen sich kaum schon entziffern lassen. Sie gehören zu den ältesten Organismen; die Crinoiden finden sich schon im cambrischen Systeme, die Asteriden tauchen bald nach ihnen auf. Weder die Anatomie noch die Ontogenie konnten uns bis heute über die Beziehungen zwischen den verschiedenen Classen belehren. Die Larven der Ophiuriden gleichen sehr denen der Echiniden und entfernen sich bedeutend von denen der Stelleriden, mit welchen die Ophiuriden vom zoologischen und anatomischen Gesichtspunkte aus am meisten Verwandtschaft zu haben scheinen. Andererseits scheinen die Holothuriden in vielen Zügen ihrer Organisation sich den Echiniden zu nähern, von denen sie in anderen Beziehungen sehr verschieden sind. Es bedarf noch vieler gründlicher und unbefangener Untersuchungen, um diese heute noch so dunkeln Punkte klar zu legen. Jedenfalls muss man jene durchaus unbegründete Idee aufgeben, nach welcher das Echinoderm durch Zusammenwachsen von ebenso viel mit dem Kopfe verschmolzenen Würmern gebildet sein soll, als das Thier Strahlen hat. Diese Theorie lässt Alles weit hinter sich, was die alte Naturphilosophie jemals hervorgebracht hat.

Literatur. — Ausser den schon erwähnten, allgemeinen Werken von Joh. Müller, Tiedemann etc.: G. F. Jäger, *De Holothuriis. Diss. inaug.*, Zürich,

1833. — A. de Quatrefages, *Memoire sur la Synapte de Duvernoy. Ann. Sc. natur.*, 2e série, T. XVII, 1842. — J. Müller, Ueber *Synapta digitata*, Berlin, 1852. — Leydig, Anatomische Notizen über Synapta. Müller's Archiv, 1852. — Alb. Baur, Beiträge zur Naturgeschichte des *Synapta digitata*. *Acta Acad. Leop. Carol. nat. curios.*, 1864. — Kowalevsky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien, St. Petersbourg 1867. — Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Zeitschr. wissenschaftl. Zool., Bd. XVII, 1867, und XVIII, 1868. — C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. Zweiter Theil. Erster Band. Holothurien, 1868. — H. Ludwig, Beiträge zur Kenntniss der Holothurien. Zool. Instit., Würzburg, Bd. II, 1874. — Ders., Ueber *Rhopalodina lageniformis*, Leipzig 1877. — R. Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Jena. Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. X, 1876. — Théel, *Report on the Holothuridea. Scientif. results, Challenger. Zoology*, T. IV, part. XIII, 1881. — E. Jourdan, *Recherches sur l'histologie des Holothurides. Annal. Mus. d'hist. natur.*, Marseille, T. I, 1883. — Semon, Das Nervensystem der Holothurien, Jena. Zeitschr., Bd. XVI, 1883. — O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Bd. I. Die Holothurien. Jena 1884.

Classe der Moosthiere (*Bryozoa*, *Polyzoa*).

Festsitzende, bilaterale und symmetrische Thiere ohne Gliederung, welche einen Kranz von Wimpertentakeln, einen unabhängigen in einer Schlinge gewundenen Darm mit Mund und After, einen centralen Nervenknoten, aber weder Herz noch Gefässe, noch specielle Sinnesorgane besitzen und welche sich auf zwei Arten, durch Knospen und Geschlechtsproducte, fortpflanzen.

Die gegenwärtige, ziemlich allgemein angenommene Classification theilt diese Classe in folgender Weise ein:

Unterclasse der *Entoprocten*. After innerhalb des Tentakelkranzes. Ohne allgemeine Polypenscheide (Ectocyst), mit einem Tentakelkranz, der nicht in eine Scheide zurückgezogen werden kann. Meerthiere, wenig zahlreich (*Pedicellina*, *Loxosoma*).

Unterclasse der *Ectoprocten*. After ausserhalb des Tentakelkranzes, welcher in eine Scheide zurückgezogen werden kann. Alle mit Ectocysten verschiedener Art (kalkig, hornartig, gallertartig) versehen, kommen sowohl im Meere als im Süsswasser vor. Man unterscheidet unter ihnen zwei Ordnungen: Die *Gymnolaematen* oder *Stelmatopoden* ohne Epistom mit kreisrundem Tentakelkranze auf einem scheibenartigen Lophophor. Ausser *Paludicella* alles Meerthiere: *Crisia*, *Tubulipora*, *Alcyonidium*, *Serialaria*, *Bugula*, *Flustra*, *Eschara*, *Retepora*.

Die Ordnung der Phylactolaematen oder Lophopoden umfasst nur Süsswasserthiere mit beweglichem Epistom; die zahlreichen

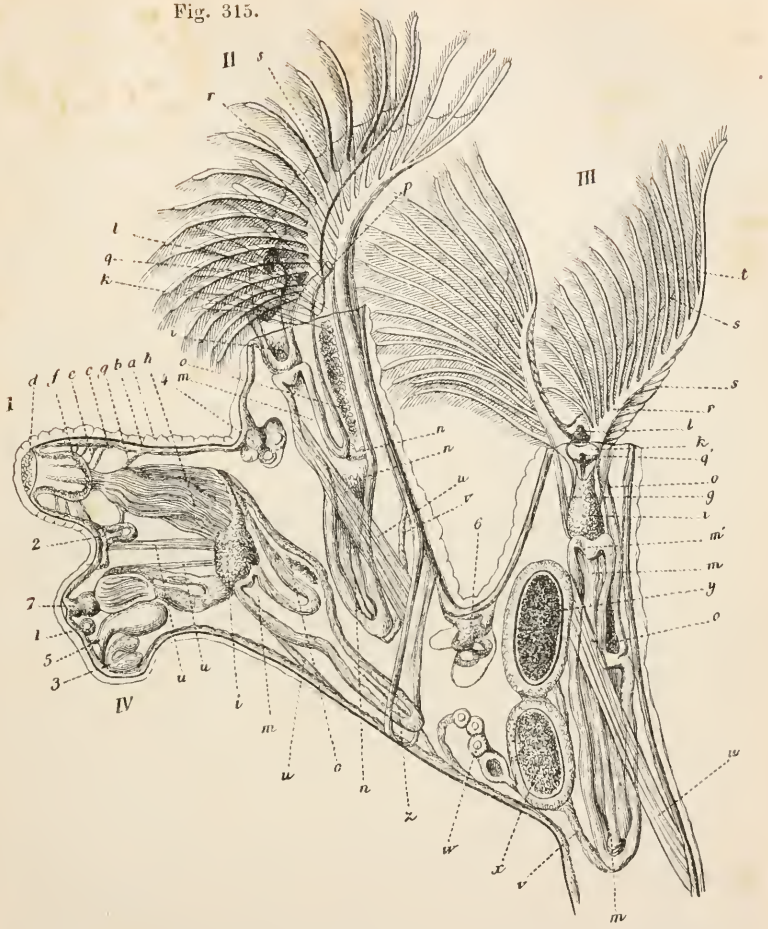
Tentakeln werden von einem hufeisenförmigen Lophophor getragen. *Cristatella*, *Alcyonella*, *Plumatella*.

Typus: *Plumatella repens* (L.). — Der Polypenstock ist aus einem hornartigen, biegsamen, meist baumartig wachsenden Stamme mit verlängerten Seitenzellen gebildet, welche unter sich in Verbindung stehen. Elliptische Statoblasten. Die Species findet sich sehr häufig im Süsswasser an Wasserpflanzen befestigt, namentlich auf der Unterfläche der Blätter von Nymphaea. Unsere Exemplare stammen aus dem Genfer Botanischen Garten.

Präparation. — Beim Studium der Plumatella kommt uns namentlich ihre Durchsichtigkeit zu Hülfe. Zu diesem Zwecke muss man die baumartigen Polypenstöcke von dem Blatte, an welches sie befestigt sind, ablösen, indem man mit einem Scalpell zwischen dem Polypenstocke und der Oberfläche des Blattes schabt. Durch leichtes Ziehen an der Basis des Polypenstockes mittelst einer Pincette wird das Bäumchen leicht vollständig bis zu den letzten Verzweigungen abgehoben. Da die Röhren immer mit vielen mikroskopischen Thieren und Pflanzen bedeckt sind, so wird man gut thun, sie so viel als möglich mit einem Pinsel zu reinigen. Diese Operation kann man wiederholen, nachdem man den losgelösten Polypenstock mit dem Wasser, welchem man das Blatt von Nymphaea entnommen, in einen kleinen Napf oder ein Uhrglas gebracht hat. Gewöhnlich bleiben die Thiere mehrere Stunden lang zurückgezogen; aber schliesslich entfalten sie ihren Tentakelkranz, was man mit einem schwachen Vergrösserungsglase sehr gut sehen kann. Man bringt sie dann in einer kleinen Glaszelle mit etwas dicken Rändern unter das Mikroskop. Sie entfalten sich, auch wenn die Glaszelle bedeckt wird, abermals leicht und man kann sie so ganze Stunden lang beobachten. Die Endästchen und die jungen Wohnzellen sind sehr durchsichtig und haben eine etwas gelbliche Farbe, während der Stamm und die grösseren Aeste braun und nur durchscheinend sind. Um die Thiere im ausgebreiteten Zustande zu lähmen, haben wir verschiedene Mittel ohne grossen Erfolg versucht. Um die Einzelheiten unter starken Vergrösserungen zu untersuchen, zerschneidet man die Aeste mit dem Scalpell. Uebt man dann einen leichten Druck aus, so hat man oft den Erfolg, dass man aus den zerschnittenen Stöcken ganze Thiere herauspressen kann. Wir gelangten zur Anfertigung von guten Quer- und Längsschnitten dadurch, dass wir die Thiere mit Sublimat tödteten, fixirten und nach dem gewöhnlichen Verfahren behandelten, nachdem wir sie zuvor mit Pikrocarmin gefärbt hatten.

Tegumente. — Die Basis der Tegumente besteht aus der Ectocyste (*b*, Fig. 315), einer wahrscheinlich chitinösen, anscheinend structurlosen Haut, welche die Stammröhren, Aeste und Wohnzellen bildet, in welch letzteren die Polypiden, d. h. die Einzelthiere, mit

Fig. 315.



Ein Endast von *Plumatella repens*. Gundlach, Oc. 0, Obj. 2. Hellkammer. Drei Wohnzellen mit ausgewachsenen Thieren. I, zurückgezogenes Thier; II, ein übermässig ausgebreitetes Thier im Profil gesehen; III, ein anderes von vorn gesehen; Ast IV enthält Knospen von verschiedenem Alter, von denen die älteste, 7, noch keine eigene Wohnzelle gebildet hat. Man sieht 7 Knospen, welche in den Ecken der Zellen liegen und nach ihrer Entwicklung numerirt sind, so dass 1 die jüngste und 7 die älteste Knospe bezeichnet, welch letztere sich bereits ausbreiten kann und die wesentlichsten Organe, Tentakeln und Darm zeigt. *a*, gallertartige Scheide der Wohnzellen; *b*, Ectocyst; *c*, Endocyst; *d*, Oeffnung der Wohnzelle; *e*, Rückzichmuskeln des Tentakelnapfes *f*; *g*, Rückziehmuskeln der Tentakelscheide; *h*, Tentakelkranz, in seine Scheide zurückgezogen; *i*, Schlund; *k*, Mund; *l*, Epistom; *m*, Vormagen; m^1, Klappe des Vormagens; *n*, Magen; n^1, Klappe gegen das Rectum *o* hin; *p*, After; *q*, Nervenknoten; q^1, Mundknopf; *r*, Aeste des Lophophors; *s*, Verbindungsmembran; *t*, Tentakeln; *u*, grosser Rückziehmuskel; *v*, Funiculus; *w*, Eier; *x*, Statoblast in der Bildung begriffen; *y*, fast reifer Statoblast; *z*, Zellenscheidewand.

ihren verschiedenen Organen eingeschlossen sind. Die Ectocyste ist auf dem Stiele und den alten Wohnzellen dichter und bräunlich, auf den Zweigen und den jungen Wohnzellen hingegen dünner und durchsichtig. In diesem letzteren Theile besitzt sie eine gewisse Elasticität und Biegsamkeit, so dass der Polypid durch Muskelcontraction seine Endröhre krümmen kann. An der Hauptröhre und am Grunde der Wohnzellen, welche unter spitzigem Winkel abgehen, findet man von Zeit zu Zeit unvollständige Zwischenwände (*z*, Fig. 315), welche eher in nach innen vorspringenden Verdickungen bestehen und den Innenraum der Röhren nicht vollständig schliessen.

Auf den Endästen ist die Ectocyste von einer durchsichtigen, gallertartigen Scheide (*a*, Fig. 315) umgeben, welche oft ziemlich dick ist, sich bei der Contraction in Wülste faltet und keine sichtbare Structur aufweist. Diese äussere Scheide wird dünner, je mehr sie sich der Hauptröhre der Colonie nähert, und verschmilzt zuletzt mit der äusseren Fläche der Ectocyste.

Die Endocyste (*c*, Fig. 315) besteht aus zwei Schichten. Die äussere, viel dickere legt sich eng der chitinösen Ectocyste an und wird aus einem maschigen, faserigen Bindegewebe gebildet. Die Fasern sind sehr fein und bilden Netze, deren Maschen Zellen vortäuschen, obgleich sie sehr verschiedene Durchmesser zeigen. Diese Faserschicht biegt sich innerhalb bei den Oeffnungen der Wohnzellen einwärts, um den Tentakelnapf (I, Fig. 315) zu bilden, in dessen Wandungen sie sich beträchtlich verdickt. Mit den Bindefasern mischen sich in den Wandungen des Napfes dickere Muskelfasern, deren dünne Bündel sich schief gegen die Wandungen der Wohnzelle richten, wo sie sich befestigen. Diese Fasern (I *e*, Fig. 315) spielen die Rolle der Rückziehmuskeln des Napfes. Dieser stülpt sich in der That bei der Entfaltung des Tentakelkranzes gänzlich aus und bildet dann um den nach aussen gedrängten Körpertheil eine Scheide, die sich in das Tegument des Körpers fortsetzt. Bei dem eingestülpten Zustande des Napfes bilden die Muskelfasern Längswülste. Der Napf ist in seiner Mitte von einer ziemlich engen Oeffnung durchbohrt, deren Wandung sich durch einen trichterförmigen Hals (Fig. 315) über den Tentakelkranz fortsetzt, wo sie eine weite Scheide bildet. Auf dem Halse und auf der Tentakelscheide ist die faserige Wandung ausserordentlich dünn. Aber auch hier bilden die Muskelbündel Bänder zwischen dem vorderen Theile der Tentakelscheide und den Wandungen der Wohnzelle, indem sie Rückziehmuskeln (I, *g*, Fig. 315) herstellen.

Die Faserschicht ist nach innen mit einem Pflasterendothel bekleidet, dessen kleine Zellen so winzige Kerne besitzen, dass sie der Beobachtung entgehen würden, wenn sie sich nicht durch Pikrocarmin sehr intensiv färbten. Diese Endothelschicht bekleidet alle Oberflächen der Röhrenwandungen, sowie der Organe, die in der sehr grossen

allgemeinen Körperhöhle aufgehängt sind. Auf den Körperwandungen der Polypiden ist sie eine sehr dünne, einfache Schicht, wuchert aber bedeutend da, wo sich Knospen bilden sollen. An diesen Stellen können auch die Wandungen der sie bildenden Zellen wahrgenommen werden, welche an anderen Stellen selbst mit Immersionslinsen kaum erkennbar sind.

Wir müssen hier noch einige Eigenthümlichkeiten erwähnen, welche wir nur bei einigen seltenen Individuen getroffen haben. Einmal war das ganze Epithel mit kleinen, schwarzen Punkten bestreut, welche unter starker Vergrösserung mit ihren unregelmässigen, dicken, schwarzen Rändern mineralischen Körpern, vielleicht aus Kalkcarbonat, glichen. Zweitens sahen wir bisweilen die in der allgemeinen Höhle enthaltene Flüssigkeit in beständiger Rotationsbewegung, bei der kleine freischwebende Körper und sogar Statoblasten mitgerissen wurden, als wenn sich auf dem Endothel Flimmerhaare entwickelt hätten. Allein das Dasein von solchen konnten wir nicht constatiren, und in den weitaus meisten Fällen bemerkt man in der Flüssigkeit keine anderen Strömungen als diejenigen, welche durch die Bewegungen des Thierkörpers veranlasst werden, der darin eingetaucht ist.

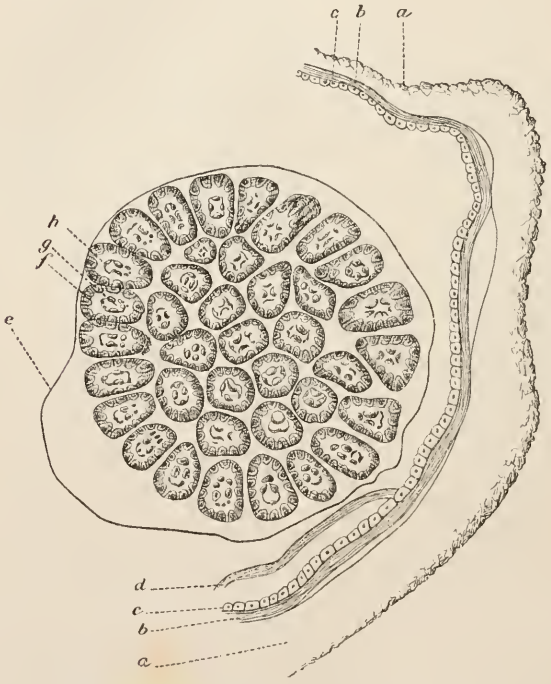
Die Wände des Cöloms sind überall mit dem Epithel der Endocyste bekleidet; es enthält alle Organe und ist vorn durch eine Einstülpung der Endocyste selbst geschlossen, die eine Art Boden bildet, in welchem Mund und After sich öffnen und auf dem der Tentakelkranz eingepflanzt ist. Es steht, wie wir bald sehen werden, in Verbindung mit den Tentakeln, in welche es sich durch Löcher des besagten Bodens bis zum Ende fortsetzt. Es enthält oft aufgeschwemmte kleine Körperchen, Trümmer von Zellen u. s. w., welche die Bewegungen der Flüssigkeit, die meist durch Zusammenziehung und Ausdehnung des Körpers veranlasst werden, sichtbar machen. Wir sahen Statoblasten auf diese Weise in der Flüssigkeit schwimmen. Im Herbste trafen wir im Cölom und namentlich in der Nähe der Knospen fast immer Körper, welche, muthmaasslich parasitisch, zuerst rundlich waren, sich aber beim Wachsen verlängerten und schliesslich die Form von Gregarinen annahmen. Doch zeigten diese Körper keineswegs den Bau der Gregarinen; wir konnten weder Kerne noch Zellhüllen bei ihnen wahrnehmen; sie schienen aus einem ganz homogenen und durchsichtigen Protoplasma zu bestehen.

Der Tentakelkranz (Fig. 315) kann in seine Scheide (I, *h*) zurückgezogen oder vor der Oeffnung der Wohnzelle (II, III) entfaltet werden. Er zeigt sich aus zwei Theilen zusammengesetzt: dem hufeisenartigen Lophophor (*r*, Fig. 315) und den auf ihm stehenden vibrirenden Tentakeln.

• Man kann sich das Lophophor als einen Trichter vorstellen, der gegen seinen distalen Rand sehr dünn und häutig, gegen seine Basis

verdickt ist und dem Munde gegenüber einen tiefen Einschnitt trägt. Es bildet so zwei zierlich gekrümmte Seitenäste, welche sich zwischen Mund und After vereinigen. Letzterer mündet ausserhalb des Halbkreises, welchen die vereinigten Aeste bilden. Diese Anordnung kann man sich sehr gut veranschaulichen durch Querschnitte, welche nahe an der Basis des eingestülpten Tentakelkranzes (Fig. 317) durchgehen. Man sieht dann die gekrümmten Stiele der Aeste, welche sich um eine Umstülpung vereinigen, deren Oeffnung gegenüber dem Epistom liegt.

Fig. 316.



Querschnitt des zurückgezogenen Tentakelkranzes nahe bei seiner Spitze. Auf der rechten Seite ein Theil der Wohnzelle, um die Schichten zu zeigen, aus denen sie besteht. Gundlach, Oc. 1, Obj. 4. *Cam. luc.* *a*, Ectocyst; *b*, Faserschicht der Endocyste; *c*, inneres Epithel der Endocyste; *d*, Muskelfasern, welche von der Endocyste nach der Tentakelscheide verlaufen; *e*, Tentakelscheide; *f*, äussere Zellen; *g*, Hohlraum des durchschnittenen Fühlers; *h*, Bildungen in den Wandungen des Hohlraumes.

Wenn man die ausgebreiteten Lophophoren auf lebenden Thieren beobachtet, so unterscheidet man eine feine Membran, welche sich zwischen den Tentakeln ausbreitet und dieselben bis ungefähr zum ersten Viertheile der Länge vereinigt (*s*, II und III, Fig. 315). Es ist

das der Anfang des Lophophors. Diese Membran ist gegen ihren distalen Rand hin ausserordentlich dünn und bei Plumatella scheinbar structurlos. Nur hier und da bemerkt man mittelst sehr starker Vergrösserungen Reste von zurückgebildeten Kernen, welche leichte Vorsprünge bilden. Dagegen verdickt sie sich gegen ihre Basis und zeigt hier Fasern und ziemlich deutliche Kerne, letztere namentlich da, wo sie die Communicationsöffnungen für die Verbindungen der Tentakelcanäle und der allgemeinen Körperhöhle (*g*, Fig. 317) umgiebt.

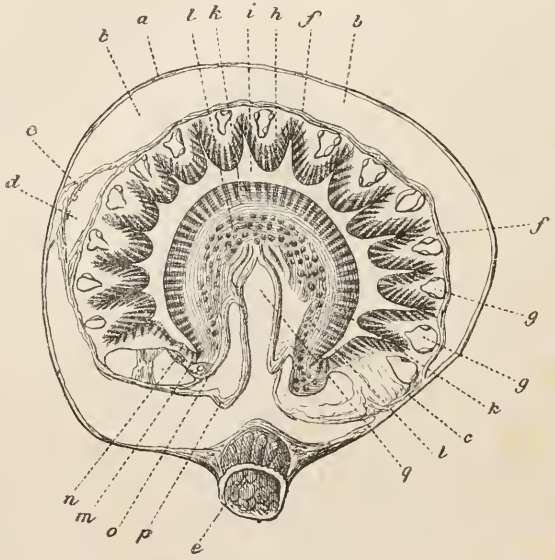
Um den Bau des Lophophors und der Tentakeln genauer zu studiren, muss man zu Längs- und namentlich zu Querschnitten Zuflucht nehmen, welche indessen nur zurückgezogene Organe zeigen. Ein Querschnitt durch die Spitze des Tentakelkranzes (Fig. 316) zeigt uns die Arme aus grossen, körnigen, in Kreise geordneten Zellen gebildet, deren spitzigere Basis in ein amorphes Gewebe eintaucht. Die Kerne sind ein wenig länglich und stark körnig. In der Mitte befindet sich eine Höhlung, welche durch die von den Reagentien bedingte Contraction oft seltsam entstellt ist, welche aber von einer starken, festen, ohne Zweifel elastischen Membran begrenzt wird, die oft ganz schwarz erscheint und Anschwellungen zeigt. Längsschnitte beweisen, dass diese Stützmembran in der That den inneren Tentakelcanal bildet. Diese Membran ist nach aussen durch rundliche oder längliche Knoten gestützt, welche sich gut färben und nur Durchschnitte von Längsfasern sind, die zwischen der Stützmembran des Canales und den äusseren Zellen aufsteigen. Die dicksten Fasern scheinen uns Muskelfasern zu sein; die feineren sind vielleicht Nervenfasern.

Das Ansehen ändert sich, wenn der Schnitt am Grunde des Lophophors (Fig. 317 a. f. S.) durchgeht. Die Tentakeln sind nicht mehr unabhängig; sie sind aussen durch die dicke Membran des Lophophors vereinigt, und die Kränze von dicken Zellen sind insofern unvollständig, als dieselben nur auf der inneren Seite und zwar in fortlaufenden Reihen von Guirlanden entwickelt sind, deren nach innen gerichtete Vorsprünge die Wurzel je eines Fühlers darstellen. Die Oeffnungen der Canäle finden sich auf der Aussenseite der Guirlande; sie sind nur von der erwähnten Grenzmembran und von den Stützfasern umgeben. Diese Oeffnungen zeigen einen grösseren Durchmesser als die Tentakelcanäle und liegen immer gegenüber der hufeisenartigen Windung jedes Zellenbogens. Auf der inneren Seite des geschweiften Bandes zeigt sich der Boden des Lophophors, welcher von der Basis des Epistoms eingenommen wird. Diese zeigt die Form eines nach vorn geöffneten, aus Zellen gebildeten Hufeisens, dessen Flimmerzellen denjenigen an der Basis der Tentakeln ähneln, wenn sie auch nicht so gross sind. Das Hufeisen umgiebt einen concentrischen Kern, in welchem man die Querschnitte von vielen Muskelbündeln wahrnimmt. Ausserdem sieht man darin eine dicke gefaltete

Muskelhaut, welche sich an die Enden des äusseren, von den Guirlanden in ihrer Gesammtheit gebildeten Hufeisens anfügt. Es ist dies der dicke Theil der Arme des Lophophors und die Biegung dieses Theiles öffnet sich gegenüber dem Munde. Die Ränder der Bogen sind durch starke Muskelbündel mit der Tentakelscheide verbunden.

Jeder Fühler trägt auf seiner inneren Seite in zwei Reihen sehr lange Flimmerhaare, welche von zwei etwas grösseren Zellen ausgehen und übrigens nichts Eigenartiges an sich haben. Um unsere Zeichnungen der Schnitte nicht zu überladen, haben wir diese Flimmerhaare weggelassen.

Fig. 317.



Querschnitt desselben Tentakelkranzes nahe am Boden. Gleiche Vergrösserung. *Cam. luc.* *a*, Tentakelscheide; *b*, Raum zwischen ihr und der Membran des Lophophors *f*; *c*, *c*, Verbindungsmuskeln zwischen Lophophor und Scheide; *d*, Raum zwischen diesen Verbindungsmuskeln; *e*, Mundknopf; *f*, äussere Membran des Lophophors; *g*, *g*, Communicationsöffnungen nach der allgemeinen Leibeshöhle hin; *h*, Zellguirlanden, von der Basis der Arme gebildet; *i*, Raum zwischen diesen Guirlanden und dem Epistom; *k*, Flimmerzellen des Epistoms, hufeisenartig geordnet; *l*, Epistomkern, von durchschnittenen Muskelfasern gebildet; *m*, Fortsetzung der Epistomzellen nach den Tentakelguirlanden; *n*, Muskelfasern, welche diesen Streifen begleiten; *o*, *p*, Muskeln der Arme des Lophophors; *q*, ein durch die Einstülpung des Lophophors gebildeter Raum.

Verdauungsorgane. — Diese Organe bestehen aus dem Epistom, Mund, Schlund, Vormagen, Magen und Rectum. Sie zeigen im Ganzen die Gestalt einer hohlen Gabel mit zwei Zinken, wobei der

Magen den Stiel bilden würde, während das Rectum für sich die Rückenzinke und die anderen Theile die Bauchzinke der Gabel darstellen.

Das Epistom (*l*, II und III, Fig. 315) ist wesentlich ein musculöses Flimmerorgan. Im ausgebreiteten Zustande und im Profil gesehen (II, Fig. 315), hat es die Form eines gekrümmten Zeigefingers, welcher auf der Rückenseite des Mundes durch eine breite Basis an den Boden des Tentakelkranzes angeheftet ist. Im lebenden Zustande und wenn die Tentakeln ausgebreitet sind, macht das Epistom beständige Nickbewegungen, als wenn es mit seinem Ende die Mundöffnung oder eher einen Muskelknopf betupfen wollte, welcher vor dem Munde liegt (*e*, Fig. 317) und auf welchem sich der Rand der Tentakelscheide vereinigt. Auf dem Epistom bemerkt man eine sehr deutliche Flimmerbewegung, in Folge deren eine Strömung gegen den Mund hin sich geltend macht. Offenbar ist es ein Greiforgan. In günstigen Stellungen sieht man am Grunde des Epistoms Muskelfasern, welche gegen seinen Gipfel aufsteigen und sich, strahlenförmig verlaufend, auf dem Mittelpunkte des Tentakelbodens befestigen. Transversalschnitte (*k*, *l*, Fig. 317) zeigen die hufeisenförmige Basis des Epistoms, deren Seitenäste durch die Ausschweifung getrennt werden, welche der Einstülpung des Lophophors entspricht. Der Rand ist von körnigen Flimmerzellen besetzt, welche die Form eines verlängerten Kegels haben, und im Inneren des Kreises sieht man die quer durchschnittenen Bündel der aufsteigenden Muskeln.

Der Mund (*k*, II und III, Fig. 315) hat Herzform; seine flimmernden Lippen sind auf der mittleren Bauchlinie an den schon erwähnten Knopf (*e*, Fig. 317) geheftet, welcher bei der Vorderansicht (g^1, III, Fig. 315) das auf der Rückseite gelegene Nervenganglion verdeckt. Dieser Knopf ist von einer Falte des Ectocysts umgeben und enthält kurze spindelförmige Muskelbündel.

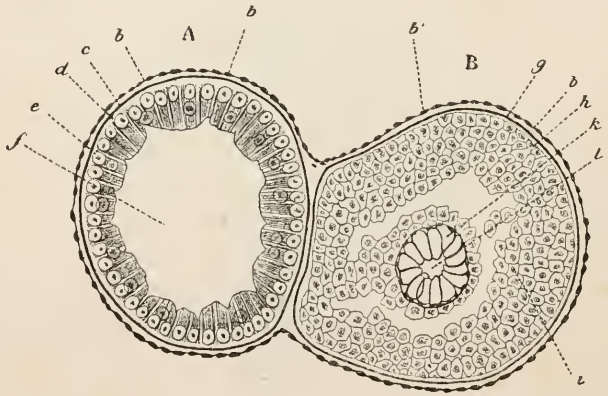
Der Mund führt unmittelbar in den Schlund (*i*, I, II und III, Fig. 315), einen weiten Sack, dessen Form sehr wechselt, der aber vom Vormagen immer durch einen mit einer Klappe versehenen Isthmus getrennt ist. Der Schlund unterscheidet sich von den anderen Theilen durch einkörniges oder zelliges Aussehen seiner Wandungen. Er verengert sich beträchtlich rückwärts nach dem Isthmus hin, wo sich seine Wandungen falten und um den engen Eingang zum Vormagen einen Boden bilden. Der Schnitt, den wir (*B*, Fig. 318 a. f. S.) gezeichnet haben, streift diesen Boden. Man sieht auf demselben, dass der Schlund, wie übrigens auch alle anderen Theile des Verdauungscanales, von einer feinen Membran mit sehr vielen vorspringenden Kernen umgeben ist, welche die directe Fortsetzung der Endocyste ist und ununterbrochen über die angrenzenden Partien, z. B. über das Rectum, verläuft. Ein von amorpher Substanz erfüllter Raum trennt diese mesenterische Hülle von einer zweiten, sehr deutlich begrenzten

Eigenhaut, welche ihrer Natur nach elastisch oder musculös zu sein scheint. Diese Eigenwandung wird wieder durch eine amorphe Schicht vom inneren Epithel getrennt, welch letzteres aus polygonalen oder rundlichen Zellen mit dicken, körnigen Kernen gebildet wird. Es sind das die Zellen, welche in mehrfachen Schichten den ganzen Umfang bekleiden und dem Schlunde sein eigenartiges Aussehen verleihen.

Der Eingang des Vormagens (*l*, Fig. 318) ist, wie wir soeben gesagt haben, sehr eng und von einer Rosette aus hellen Zellen begrenzt, auf welche wir zurückkommen werden. Dieser Eingang sieht bei den lebenden Thieren (I, II, III, Fig. 315) wie eine Warze aus, die gegen die Oeffnung des Vormagens vorspringt; letzterer hat übrigens die Form eines Cylinders und setzt sich direct in den Magensack fort.

Dieser, der eigentliche Magen (*n*, Fig. 315), endigt nach hinten in einen Blindsack. Er ist sehr contractil und namentlich der Blind-

Fig. 318.



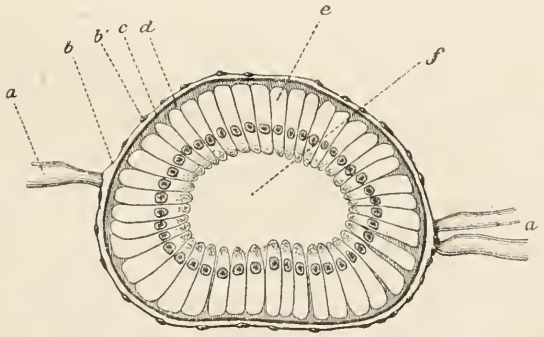
Querschnitt des Schlundes und des Rectums, welcher die Enge des Schlundes nach dem Vormagen zeigt. Gleiche Vergrösserung. *Cam. luc.* *A*, Rectum; *B*, Schlund; *b*, allgemeine mesenterische Umhüllung; b^1, Kerne dieser Hülle; *c*, Eigenhaut des Rectums; *d*, amorphe Substanz, *e*, Zellepithel des Rectums; *f*, sein Hohlraum; *g*, Eigenhaut des Schlundes; *h*, amorphe Substanz; *i*, inneres Epithel des Schlundes; *k*, Zellen des Isthmus; *l*, Oeffnung desselben.

sack ändert jeden Augenblick Form und Aussehen. Seine Endigung kann sich sogar theilweise in die Oeffnung des Sackes einstülpen. Man bemerkt darin oft Längswülste, welche von Zusammenziehungen herrühren. Gegen die Spitze in der Höhe der Vereinigung von Vormagen und Magen mündet der letztere auf der Rückseite in das Rectum.

Vormagen und Magen haben genau denselben Bau, wenn man von der im Magen entwickelten Muskelschicht absieht. Ihre Wandungen scheinen bei lebenden Thieren sehr dick. Sie werden ausser den zwei Hüllen, welche wir bei Besprechung des Schlundes erwähnten,

aus langen, sehr hellen, mit deutlichen Wandungen versehenen Zellen gebildet, welche auf Querschnitten (*e*, Fig. 319) strahlig angeordnet scheinen und nahe an ihren inneren Spitzen einen dicken, sehr körnigen Kern einschliessen. Die spitzigen Enden der Zellen, welche gegen die Oeffnung des Organes vorspringen, sind sehr feinkörnig, und die Körner haben wie die Kerne eine gelbe Farbe. Die Zellen, welche den Isthmus (*k*, Fig. 318) umgeben, gleichen durch ihre Durchsichtigkeit und allgemeine Anordnung denen der Magenwandungen; allein wir konnten weder Kerne noch körnige Spitzen bei ihnen entdecken. Die Menge der Körner hängt übrigens von der Ernährung ab. In dem eigentlichen Magen schiebt sich zwischen die mesenterische Schicht und das innere Epithel eine in Längswülsten angeordnete Muskelschicht ein, welche gegen den Blindsack des Magens (*e*, Fig. 321) hin immer stärker wird.

Fig. 319.



Querschnitt des Vormagens mit einigen Fasern des Rückziehmuskels, welche sich daran befestigen. Gleiche Vergrösserung. Hellkammer. *a*, Muskelfasern; *b*, mesenterische Hülle; *b'*, Kerne dieser Hülle; *c*, Eigenhaut; *d*, amorphe Substanz; *e*, innere Epithelzellen; *f*, Oeffnung des Vormagens.

Das Rectum (*o*, Fig. 315) beginnt auf der Rückseite des Magens in der Höhe, wo sich der Vormagen abzweigt. Man findet hier ebenfalls eine Verengerung (n^1, II, Fig. 315); indessen ist diese im Allgemeinen weniger ausgesprochen als diejenige des Schlundes; hier enden die Epithelialzellen des Magens auf einer bestimmten Grenzlinie, um dem inneren Mastdarmepithel zu weichen, welches noch über die eingebogenen Wandungen des Magens hinübertritt. Das Rectum ist ein fast gerader, oft keulen- oder birnförmiger Canal, welcher gegen den Tentakelboden aufsteigt, sich ein wenig nach aussen biegt und mit der Afteröffnung endet, die ausserhalb des Lophophors liegt. Diese Oeffnung ist von einem dünnen, runden Schliessmuskel und feinen Muskelfasern umgeben, welche nach allen Richtungen in dem Boden des

Lophophors ausstrahlen. Das innere Epithel (*e*, Fig. 318, *A*) des Rectums ist von dem der anderen Darmtheile sehr verschieden. Es besteht aus länglichen Zellen mit sehr feinen Wandungen; dieselben sind dicht an einander gedrängt, mit sehr dünnen Körnern erfüllt und tragen einen hellen Kern mit einem centralen Nucleolus am Grunde, wo sie sich an die Hüllen des Rectums anlegen, welche wie diejenigen des Magens sich verhalten. Diese Zellen scheiden ohne Zweifel eine klebrige Substanz ab, welche die Ueberbleibsel der nicht verdauten Nahrungsmittel in eine spindelförmige Masse zusammenkleben, die im Ganzen ausgestossen wird. In dem Magen sind diese Substanzen noch von einander getrennt; man bemerkt darin Diatomeen, Reste von Algen etc., welche durch die Verdauung unkenntlich werden.

Der Magen ist an die Wandungen der Wohnzelle durch zwei starke, schiefe Rückziehmuskeln (*u*, Fig. 315) befestigt, welche auch Wandmuskeln genannt werden und sich zwischen Vormagen und Schlund an die Wandungen des ersteren ansetzen. Sie dienen auch als Rückziehmuskeln des ganzen Körpers.

Am hinteren Ende des Magens ist der Funiculus, das Zeugungsorgan, befestigt. Derselbe hat keine Verbindung mit der Magenhöhlung und ist, wie die Fasern des Rückziehmuskels, nur an die äussere Hülle desselben angeheftet.

Nervensystem. — Dieses System (*g*, Fig. 315, II) ist durch ein einziges kleines, rundes Ganglion vertreten, welches in dem Boden des Lophophors und am Grunde des Epistoms zwischen Mund und After liegt. Es ist zum Theil in die obere oder Rückenwandung des Schlundes eingefügt, und man sieht es auf dem lebenden Thiere nur dann gut wenn dieses ganz ausgebreitet im Profil vor uns liegt. Auf Schnitten haben wir festgestellt, dass dieses Ganglion von einer eigenen, sehr dünnen Membran umgeben ist, und dass es in einem fein punktirten Substrat sehr kleine Zellen enthält, deren körniger Kern sich stark färbt. Auf einigen Schnitten bemerkten wir sehr feine Fasern, welche zum Epistom, dem Tentakelkranze und dem After verlaufen; weiter konnten wir diese Fasern nicht verfolgen. Jedenfalls verlaufen zwei stärkere Nervenstämme nach den beiden Aesten des Lophophors.

Specielle Sinnesorgane fehlen.

Vermehrung. — Die Plumatellen vermehren sich auf drei verschiedene Arten: 1) durch befruchtete Eier; 2) durch eiförmige Knospen, sogenannte Statoblasten; 3) durch polypoide Knospen.

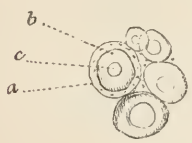
Die Eier, Zoospermen und Statoblasten werden bei den verschiedenen Individuen auf demselben Organe, dem Funiculus, erzeugt; die polypoiden Knospen entwickeln sich hingegen bei allen Individuen ohne Unterschied in der Endocyste.

Der Funiculus (*o*, Fig. 315) ist ein mehr oder weniger langer Strang, welcher vom Blindende des Magens ausgeht und sich nach

einigen Windungen etwas vor dem Magenende an die Endocyste anheftet. Er folgt in passiver Weise den Contractionen des Körpers, ist lang ausgezogen, wenn dieser sich entfaltet, und in Schlingen zurückgedrängt, wenn der Körper sich in seine Wohnzelle zurückzieht. Dieser Strang hat keine innere Höhlung; er scheint aus einem durchsichtigen Protoplasma gebildet zu sein, in welchem wir keine Spuren von Kernen oder Zellen wahrzunehmen vermochten; er ist nach aussen mit dem Epithel der allgemeinen Körperhöhle bekleidet, welches sich vom Darmende her direct darüber fortsetzt und um die auf dem Strange erzeugten Producte wuchert, um Follikel darum zu bilden. Alle Producte des Funiculus, Eier, Spermatocysten und Statoblasten, gehen bei ihrer Entwicklung immer vom Magenende aus; die Producte sind um so jünger, je näher sie an der Stelle liegen, wo der Funiculus sich an die Endocyste anheftet.

Die Geschlechtsproducte fanden wir Anfangs Juli in der Entwicklung begriffen. Die ganz jungen Eier (Fig. 320) zeigten sich auf dem Rande des Funiculus in eine Schicht von Epithelzellen eingelassen, welche kleine Fetttröpfchen enthielten. Diese Eier waren rund, vollkommen durchsichtig und zeigten im Inneren das ebenfalls sehr durchsichtige Keimbläschen. Bei den etwas grösseren Eierchen war das Dotterprotoplasma gegen den Umfang hin wolkig. Es ist dies der Anfang der Körnerbildung, welche nach und nach den Dotter erfüllt und schliesslich das Keimbläschen so verdeckt, dass es unsichtbar wird. Schon Allman hat die Zerklüftung des Eies verfolgt, aus welcher eine Planula entsteht, die mit Wimperhaaren bedeckt ist und eine nach allen Seiten vollkommen geschlossene innere Höhlung zeigt. In diesem Zustande entweicht der Embryo aus dem Polypenstock und schwimmt im Wasser. Er wird sich irgendwo befestigen, um die weiteren Umformungen zu erleiden, mit denen wir uns nicht zu beschäftigen haben.

Fig. 320.



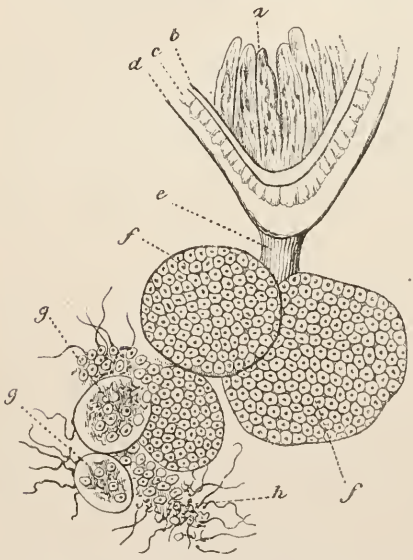
Gruppe junger vom Funiculus abgelöster Eier. Gundlach, Oc. 1. Obj. 5. Hellkammer. *a*, Epithelhülle, einen Follikel bildend; *b*, Dotter; *c*, Keimbläschen.

Die Entdeckung der Art und Weise, wie die Eier frei werden, verdankt man Metschnikoff. Nach demselben lösen sich die noch mit Keimbläschen versehenen Eier vom Funiculus ab, schwimmen in der Höhlung der Wohnzelle herum und treten dann in Verbindung mit einer eigenthümlichen Knospe, welche das reife Ei wie in einer Hülle einschliesst und nach Nitsche eine rückgängige Metamorphose erleidet. In dieser Knospe nun, welche so eine Bruttasche geworden ist, erleidet das Ei seine weiteren Umformungen, Zerklüftungen u. s. w. Es verlässt die Bruttasche, wenn die Larve gebildet ist, wie wir eben gesagt haben. Diese Beobachtungen wurden bei Alcyonella gemacht.

Es ist wahrscheinlich, dass bei den Plumatellen, welche jenen so nahe verwandt sind, der Vorgang in gleicher Weise statthat.

Zu derselben Zeit trifft man Individuen, auf deren Funiculus sich männliche Producte entwickeln. Sie sind viel seltener als die Thiere mit Eiern. Auf einem und demselben Funiculus kann man die Entwicklung der Spermatocysten (Fig. 321) verfolgen. In der Nähe der Endocyste findet man kleine rundliche Säcke, mit deutlichen Wandungen und klarem, etwas wolkigem Inhalte. In diesen Säcken nahmen wir keine Spur von Kernen wahr. Dagegen werden sie, wenn sie grösser werden, von kleinen, runden, hellen Zellen mit sehr deutlichen Kernen erfüllt, welche ihrerseits wachsen, so dass die Säcke warzige Conturen annehmen. Schliesslich öffnen sich die Wandungen der Säcke und lassen die Zellen austreten, aus denen unmittelbar die Zoospermen mit langem und ziemlich dickem Schwanze entstehen, welche sich lebhaft bewegen und durch den Einfluss des Wassers Oesen bilden. Der Kern der kleinen Zelle bildet den Kopf des Zoosperms. Wir konnten nicht wahrnehmen, wo die Zoospermen austreten.

Fig. 321.



Samensäcke, durch den Funiculus mit dem Magenende verbunden. Zeiss, Oc. 1, Obj. E. Hellkammer. *a*, innere Epithelzellen; *b*, amorphe Substanz; *c*, Muskelschicht; *d*, mesenterische Hülle des Magens; *e*, Funiculus; *f*, Samensäcke mit Zellen; *g*, Samensäcke, im Begriff sich zu entleeren; *h*, Anhäufungen von ausgetretenen Zoospermen und Zellen.

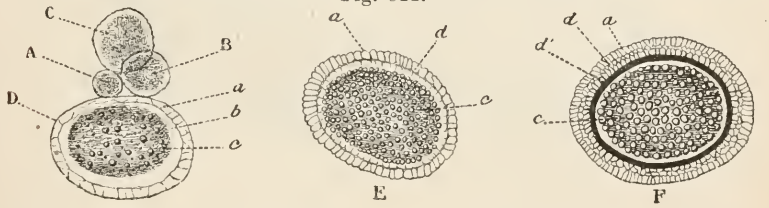
Plumatella repens hat unserer Meinung nach getrennte Geschlechter, sowohl was die Individuen als was die Colonien betrifft. Männliche und weibliche Thiere fanden wir nie auf demselben Polypenstocke vereinigt und trafen auch nie männliche und weibliche Producte auf dem Funiculus eines und desselben Thieres an.

Die Statoblasten entstehen und entwickeln sich wie die Geschlechtsproducte auf dem Funiculus, und zwar ebenfalls auf eine exclusive Weise, so nämlich, dass der Funiculus, auf welchem sich Statoblasten bilden, während dieser Zeit weder Eier noch Zoospermen hervorbringt. Dagegen entwickeln sich die Statoblasten den ganzen Sommer hindurch; man findet sie im Frühling wie im Herbste,

und es können auf demselben Polypenstocke Geschlechtsthiere und andere mit Statoblasten vorkommen.

Wir sahen die Statoblasten als abgeplattete Aufschwellungen des Funiculus erscheinen (Fig. 322), die vom Epithel bedeckt und offenbar nur etwas wolkige Anhäufungen von Protoplasma sind, aber keine Zellennatur besitzen, wie Allman behauptet. Die Masse wird körnig und auf der Oberfläche leicht warzig. Man unterscheidet dunklere Körner, während die kuchenförmige Masse sich mehr vom Funiculus abhebt, von dessen Epithel sie auf allen Seiten umgeben ist. In diesem Augenblicke sieht man, wie sich um den centralen Kuchen ein heller Hof bildet, in welchem man anfänglich undeutliche Scheidewände unterscheidet, welche den Zellen des den Kuchen umgebenden Epithels entsprechen. Dieser Hof ist also eine Absonderung dieser Zellen, welche sich an die Protoplasmamasse anlegt und zur Schale des Statoblasts wird. Diese Schale nimmt einen festen Zustand an und wird gelblich, dann bräunlich, und die Abtheilungen, welche den absondernden Zellen entsprechen, werden vorspringende Kanten, die in der Mitte

Fig. 322.



Statoblasten in der Entwicklung begriffen. Die nach einander folgenden Stadien sind mit den Buchstaben A bis F bezeichnet, wobei A das jüngste ist. Zeiss, Oc. 1, Obj. C. Hellkammer. *a*, Epithelhülle; *b*, heller Hof; *c*, Protoplasmainhalt; *d*, Schale in der Bildung begriffen; *d'*, verdickte Schale, welche einen Kreis um den Inhalt bildet.

des Statoblasts sechsseitige Räume umgeben, während gegen die Ränder und die Spitze des mehr elliptischen Kuchens die Felder verlängert sind. Die Schale zeigt auf ihrem ganzen Umkreise, wo die zwei den Kuchen umgebenden Epithellamellen sich berühren, eine fortlaufende Trennungslinie. Die Schale wird also aus zwei gleichförmigen Hälften gebildet, welche an der Peripherie durch eine Art Naht verbunden sind. Jede Hälfte ist in der Mitte, wo sie das Protoplasma enthält, gewölbt, auf dem Rande ein wenig abgeplattet, gleicht also einem Barbierbecken von geringer Tiefe. Von der Mitte an, welche braun bleibt, werden die Ränder stärker und nehmen eine schwarze Farbe an.

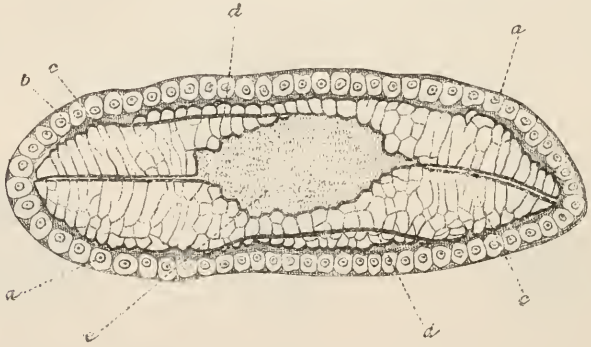
In diesem Zustande nun trennen sich die Statoblasten vom Funiculus, wobei sie oft die ganze Zellhaut mit sich ziehen. Unsere Zeichnung (Fig. 323) stellt einen Sagittalschnitt dar, welcher den Rand eines reifen Statoblasten streift. Man sieht, dass die Epithelhülle aus

hellen Zellen mit rundem Kern besteht; die Schale zeigt ihre Trennungslinie und ihre verschieden angeordneten Kantenlinien, und endlich im Inneren sieht man die körnige, unzertheilte Protoplasmamasse.

Die frei gewordenen Statoblasten setzen sich an die Wandung der Wohnzelle an, welche von dem Polypiden bewohnt wird, der sie erzeugt hat. Wir sahen sie zuweilen im Inneren der Wohnzelle sich lebhaft im Kreise herumtreiben, als wenn die Endocyste Wimperhaare trüge, welche wir aber nicht wahrzunehmen vermochten.

Bekanntlich entwickelt sich in den Statoblasten der Plumatellen nur ein Polypid. Die zwei Klappen des Statoblasts klaffen und zeigen ein Polypid mit dicker gallertartiger Hülle, durch welche die beiden Schalenklappen mit dem Ende des Polypids und der Wohnzelle, welche

Fig. 323.



Sagittalschnitt eines reifen Statoblasten. Gundlach, Oc. 1, Obj. 4. *a*, epitheliale Bildungszellen der Schale; *b*, Durchschnitt durch die Schale, welcher die Anordnung der Kanten zeigt; *c*, Trennungslinie der beiden Klappen; *d*, Grenze der centralen Erhöhung der Klappen; *e*, Protoplasmainhalt, durch die Reagentien geronnen.

sich gebildet hat, verbunden bleiben. Allman hat besonders darauf aufmerksam gemacht, dass die Statoblasten der Plumatellen nur ein Polypid entwickeln. Das ist vollkommen richtig; doch müssen wir hinzufügen, dass sich auf dem Polypid schon unmittelbar nach seinem Vortreten nach aussen die Knospe eines zweiten Individuums zeigt, welches schnell wächst, gegenüber dem ersten aber, wie es scheint, im Rückstande bleibt. In der That sieht man, dass die jungen Plumatellenstöcke, von welchen man gegen den Herbst hin oft Exemplare findet, und welche an ihrer Basis die zwei Klappen des Statoblasts tragen, aus denen sie entsprossen sind, dass diese Plumatellenstöcke, sagen wir, immer an der Basis gabelig getheilt sind, dass aber der eine dieser Aeste gewöhnlich kurz bleibt und im Verhältniss zum anderen, der zum Stamm eines Bäumchens wird, die Rolle eines Nebenzweiges spielt.

Eine Frage bleibt noch zu beantworten. Wie treten die Stato-

blasten aus der Wohnzelle heraus, an deren Wandungen man sie oft angeklebt findet? Oeffnungen, welche ihnen den Austritt gestatten würden, giebt es nicht. Es scheint uns wahrscheinlich, dass sie entweder durch Resorption der Befestigungsstelle oder durch zufällige Risse austreten oder auch durch das Absterben des Theils des Stockes, auf dem sie sich befinden, frei werden.

Die Knospen (1 bis 7, Fig. 315). — Die Eier und Statoblasten sind zur Bildung neuer Colonien bestimmt; sie sind also Ausfuhrproducte. Die Knospen dagegen bleiben immer mit dem Polypenstocke verbunden, auf welchem sie entstehen; sie sind zum Ausbau der Colonie bestimmt.

Schon Allman hat die Thatsache festgestellt, dass die Knospen in der Endocyste entstehen. Wir können diese Beobachtungen vollständig bestätigen. Die Knospe mit allen ihren Organen ohne Ausnahme bildet sich auf Kosten der Endocyste, wie dies auch bei den Anthozoen der Fall ist. Dagegen müssen wir uns gegen eine andere Behauptung Allman's verwahren, dass nämlich die Knospen ohne irgend welche Ordnung in der Nähe der Mündung der Wohnzelle entstehen. Wir sahen sie im Gegentheil immer in so bestimmter Ordnung entstehen, dass sie nach der Verlängerung ihrer Mutterzelle in die Ecke zwischen dieser und der benachbarten Wohnzelle (2, 4, 6, Fig. 315) zu liegen kommen, und wenn die Knospung sehr lebhaft ist, wie im Zweige IV unserer Figur, sieht man die Knospen abwechselnd nach ihrem Alter geordnet, so dass die jungen zwischen zwei älteren liegen, um achselständig zu werden, wenn die weiter vorgeschrittenen Knospen sich verlängert und eine Wohnzelle für sich gebildet haben.

Sobald man an einer Stelle, wo eine Knospe entstehen soll, eine Anschwellung wahrnimmt, so findet man, dass dieselbe aus vergrösserten Zellen der Endocyste gebildet ist, welche sich bald theilen und zwei Schichten bilden, die eine kleine, vollkommen geschlossene centrale Höhlung umgeben. Die Knospe bildet also ein kleines Säckchen mit doppelter Wandung. Die Zellen beider Schichten sind in ihrer Structur vollkommen identisch; nur sind die inneren im Anfange ein wenig kleiner als die äusseren, von denen sie abstammen. In diesem Punkte können wir uns mit Metschnikoff und Nitsche (siehe die Abhandlung des letzteren: Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. XXV, Supplement 1875) nicht einverstanden erklären, welche in diesen Säckchen eine Einstülpung zweier Zellschichten erblicken, die mit einer intermediären Stützlamelle die Endocyste zusammensetzen sollen. Bei Plumatella konnten wir diese verschiedenen Schichten der Endocyste nicht feststellen, und die innere Schicht des Knospensäckchens scheint uns aus einer Wucherung nach innen der ursprünglich einfachen Zellenschicht hervorgegangen zu sein.

In die weiteren Umbildungen der Knospe, welche, was die Formen betrifft, Allman und bezüglich des Verhaltens der beiden Bildungs-

schichten Nitsche trefflich erklärt hat, können wir hier nicht eingehen. Die Knospe verlängert sich zur Form eines Fläschchens; die ebenso verlängerte Höhlung theilt sich durch eine unvollständige Scheidewand in zwei Abtheilungen, von denen die vordere zur Tentakelscheide, die hintere zum Darmcanal wird. Die Tentakeln knospen so zu sagen auf der Vorderfläche der Scheidewand, indem sie sich nach und nach in Zahl und Länge vermehren. Die Scheide ist im Anfange durch einen Zellpfropf geschlossen, welcher gegen die Tentakeln vorspringt und nach unseren Beobachtungen den Mundknopf des ausgewachsenen Thieres bilden wird. Die Scheide öffnet sich dem Anschein nach durch Resorption der Wandung der Wohnzelle des Polypiden nach aussen. Die jungen Knospen haben erst 10 Tentakeln, wenn sie sich schon nach aussen entwickeln und die Nahrung anziehen können. Auf der inneren Fläche der erwähnten Scheidewand entsteht eine Einstülpung, welche sich bald schliesst und mit kleinen Zellen erfüllt; sie bildet den Nervenknoten. Die verschiedenen Theile des Darmes werden durch Einbiegungen der ursprünglich einfachen Höhlung und durch die Specialisirung ihrer Zellen hervorgebracht. Der Schlund zeigt sich zuletzt, man möchte sagen, hervorgebracht durch Ausziehen der Theile; bei den jungen Knospen sieht man von ihm noch keine Spur, und der Vormagen scheint unmittelbar mit dem Munde verbunden. Es schien uns, als ob die Knospe bei ihrer Bildung an zwei Punkten an der Endocyste angeheftet sei: vorn durch das vordere Ende der Tentakelscheide und hinten an einem Punkte, welcher der Grenze zwischen Vormagen und Magen in der Höhe des beginnenden Rectums entspricht. Auf einigen Schnitten sahen wir sehr deutlich einen kurzen Zellstrang, welcher diese Verbindung zwischen der Knospe und der Endocyste herstellt, und wir zweifeln nicht, dass dies der Anfang des Funiculus sei, der sich verlängert und schliesslich durch Ausdehnung des Blindsackes an das Ende des Magens gelangt.

Wenn es in der Bildung des Polypenstockes bei den Lophopoden wesentliche Unterschiede giebt, indem die einen (*Lophopus*) eine gallertartige, die anderen eine chitinöse Ectocyste haben, und der Stock der *Cristatella* mittelst einer abgeplatteten Sohle kriecht, so haben wir dagegen, was den anatomischen Bau betrifft, nur sehr wenige Abweichungen. Die beiden Aeste des Lophophors werden rudimentär bei *Fredericella* und eine einzige Süsswasserart (*Paludicella*) stellt sich durch eine ganz runde Tentakelscheibe zu den Stelmatopoden, welche sonst alle im Meere vorkommen. Die hauptsächlichsten Züge der inneren Organisation sind dieselben wie bei unserer typischen Species; nur bei einigen Arten (*Alcyonella fungosa*) haben wir, um genau zu sein, den Hermaphroditismus zu erwähnen und zu bemerken, dass die Entwicklung der Eierstöcke auf der Wandung der Endocyste statthat, während die Spermocysten und die Statoblasten sich auf dem Funiculus befinden. Diese letzteren fehlen nicht bloss bei allen Bryozoen, welche im Meere vorkommen, sondern auch bei *Paludicella*. Sie sind überall auf die gleiche Weise gebildet, ausser bei *Cristatella*, wo sie mit langen Ankern versehen sind. Meistens lassen sie eine doppelte Knospe entstehen.

Bei den *Stelmatopoden* fällt in erster Linie der Polymorphismus der Individuen, welche eine Colonie oder einen Polypenstock zusammensetzen, in die Augen. Die Wohnzellen spielen in dieser Beziehung oft eine unabhängige Rolle, indem sie andere Formen annehmen, je nachdem sie auf der Spitze oder an der Basis der Polypenstöcke liegen; im letzteren Falle entwickeln sie oft keine Polypiden, zeigen nur die sehr ausgebildete Endocyste und dienen als Wurzeln oder Stolonen zur Befestigung. Die Larven und die regelmässigen Knospen, wenn man so sagen kann, sind immer mit einer Scheide und einem Tentakelkranze versehen, welch letzterer die Form einer Scheibe oder eines vollständigen Trichters hat und in der Mitte den Mund trägt. Die verschiedenen Theile des Darmes, das Nervensystem, die Muskeln sind überall nach demselben Plane gebildet, wie bei den Lophopoden; bemerkenswerthe Unterschiede kommen nur vor bei den Geschlechtsorganen, welche meist durch eine häutige Ausbreitung (die Funiculusfalte) oder durch Verzweigungen vertreten sind, die anstatt eines einfachen Stranges vorhanden sind und Nervengewebe vortäuschen. Die ganzen und vollständigen Polypiden erleiden oft eine Rückbildung, durch welche der Tentakelkranz mit seiner Scheide aufgesaugt wird, während der Darm sich in einen braunen Körper umbildet, dessen starke, vielleicht chitinöse Wandungen körnige Massen enthalten, unter welchen man oft noch Reste unverdauter Nahrung, Panzer von Diatomeen, Foraminiferen u. s. w. unterscheidet. Diese *braunen Körper* können oft durch entstehende Knospen, in welchen sie nach und nach aufgesaugt werden, eingeschlossen werden.

Ausser den regelmässigen Knospen, welche vollständige Polypiden erzeugen, bilden sich noch besondere Knospen, die sich nach zwei verschiedenen Richtungen hin entwickeln. Die einen werden äussere Anhängsel und dienen als Greif- oder Schutzorgane. Diese Anhängsel befinden sich immer in der Nähe der Oeffnung der Wohnzellen und man hat sie als *Avicularien* und *Vibracularien* unterschieden. Beide Formen gehen aus Knospen hervor, die anfänglich innen liegen, dann sich aber nach aussen umstülpen. Das Muskelsystem ist bei diesen sehr beweglichen Anhängseln, welche ein chitinöses Gerüst als Fortsetzung der Ectocyste besitzen, stets reich entwickelt. Die Vibracularien sind aus einer einzigen, sehr langen und spitzen Borste gebildet; das Skelett der Avicularien hingegen besteht aus zwei gekrümmten Aesten, welche eine Zange bilden, die wie der geschlossene Schnabel eines Raubvogels aussieht. Die Zangen ergreifen kleine Thiere und halten sie bis zur Verwesung fest. Die in Folge der Zersetzung abgelösten Theile werden durch den von den Tentakeln erzeugten Wirbel in den Mund gespült.

Andere Knospen, sogenannte *Ovizellen* oder *Oöcien,* spielen eine wichtige Rolle bei der geschlechtlichen Vermehrung. Sie behalten ihre Sackform und nehmen unmittelbar nach der Befruchtung, wie es scheint, das vom Ovarium abgelöste Ei in ihre Höhlung auf. Das Ei macht im Inneren dieser Ovizellen alle jene Umbildungen durch, welche es zur wimpernden und freien Larve gestalten.

Die Form der Polypenstöcke und die Anordnung der Wohnzellen sind bestimmt durch die Knospung der vollständigen Polypiden. Die Polypenstöcke sind oft kalkig (*Flustra*), in anderen Fällen chitinös (*Bugula*), selten gallertartig (*Alcyonidium*). Die Unterordnungen unterscheiden sich kaum in der Anatomie der inneren Organe, wohl aber durch die Bildung der Oeffnung der Wohnzellen. Bei den *Cyclostomen* ist dieselbe ganz rund ohne bewegliche Theile; bei den *Ctenostomen* ist sie sehr eng, schliesst sich durch Falten des Tentakelkranzes nach dem Rückzug des Polypiden und ist oft mit einem Kranze von steifen Borsten bewaffnet. Die *Chilostomen* endlich haben ein bewegliches Stück, einen Deckel oder eine Lippe, welches mit seiner Basis in den Rand

der weichen Wohnzellen eingelassen ist. Dieser Deckel schliesst bei dem Rückzuge die Oeffnung.

Die Wohnzellen der meisten Stelmatopoden sind oft mit Spitzen u. s. w. versehen und stehen unter sich durch feine siebartige Löcher in Verbindung. Das sogenannte Colonialnervensystem wird durch die netzartige Substanz des Funiculus gebildet, wie dies Joliet dargethan hat.

Die *Entoprocten* weichen von den Ectoprocten wesentlich ab. Hier haben wir keine Wohnzellen; die Thiere sind entweder durch wuchernde Wurzelsprossen (*Pedicellina*) oder durch die Erweiterung eines Stieles (*Loxosoma*) befestigt, welcher das Polypid trägt und bei der letzteren Gattung oft mit einer klebenden Fussdrüse versehen ist. Das Tegument, aus einer äusseren festen Schicht und einer inneren zelligen Hypodermis bestehend, setzt sich direct über den Körper in eine mit einem Schliessmuskel versehene Endcapuze fort, in welche sich die nicht retractilen Tentakeln gekrümmt zusammenlegen. Diese Capuze entspricht also der Tentakelscheide mit dem Unterschiede, dass sie nicht nach innen eingestülpt werden kann. Mund und After sind excentrisch im Inneren des Tentakelkranzes angebracht, auf dessen Boden noch die Genital- oder Bruttaschen und zwei vibrirende segmentäre Canäle ausmünden, deren trichterförmige Mündungen sich ins Cölom öffnen. Die Pedicellinen und mehrere Arten der Loxosomen sind Hermaphroditen; die Hoden liegen an den Eierstöcken.

Bei *Loxosoma phascolosomatum*, welche der eine von uns untersucht hat, sind die Geschlechter getrennt; bei den Männchen finden sich zwei seitliche Hoden, welche mit einer centralen Samenblase in Verbindung stehen, deren Zoospermen in Bündeln ausgeworfen werden. Die Eierstöcke liegen an derselben Stelle wie die Hoden; die Eier werden in Brutsäcke aufgenommen, welche bei den Loxosomen dünn bleiben, während die Pedicellinen eine Bruttasche mit festen, chitinösen Wandungen besitzen. Das Nervensystem verhält sich wie bei den Ectoprocten. Bei den Loxosomen und den jungen Pedicellinen hat man zu den Seiten des Körpers Warzen gefunden, welche eine steife Borste tragen; es sind dies vielleicht Tastorgane. Die Knospen bilden sich bei den Pedicellinen auf den wurzelförmigen Stolonen, bei den Loxosomen auf den Seiten des Körpers.

In Betreff des Baues, der Entwicklung und der Homologien der Larven, auf welche wir hier nicht näher eintreten können, ziehe man das classische Werk von J. Barrois zu Rathe.

Die Bryozoen bilden offenbar einen besonderen Typus, wenn sie nicht vielleicht durch Convergenz von verschiedenen Stämmen ausgegangen sind, sie kommen den Brachiopoden am nächsten. Die Entoprocten repräsentiren einen ursprünglichen Zustand; das beweisen ihre grossen Aehnlichkeiten mit den sich entwickelnden Knospen der Ectoprocten.

Literatur. — Dumortier, *Recherches anat. et physiol. sur les polypiers d'eau douce nommés Lophopodes. Bull. Acad.*, Bruxelles. T. II, 1835. — Dumortier et P. van Beneden, *Histoire naturelle des polypes composés d'eau douce. Mémoires Acad.*, Bruxelles, T. XIV, 1843 et T. XVI, 1848. — P. J. van Beneden, *Recherches sur les Bryozoaires qui habitent la côte d'Ostende*, ibid., T. XVIII, 1845. — Ders., *Recherches sur les Bryozoaires fluviatiles de Belgique*, ibid., T. XXI, 1848. — Ders., *Recherches sur les Bryozoaires de la mer du Nord. Bull. Acad.*, Bruxelles, T. XV, 1848 et T. XVI, 1849. — G. J. Allman, *A Monograph of the freshwater Polyzoa. Roy Society*, 1856. — Hyatt, *Observations on Polyzoa. Proceed. Essex Instit.*, Salem, T. IV et V, 1866 et 1867. — Kowalevsky, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des *Loxosoma napolitanum*. Mém. Acad., St. Pétersbourg, T. X, 1866. — H. Nitsche, Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Zeitschr. f. wissensch.

Zoologie, Bd. XX, 1869; XXI, 1871; XXII, 1872; Suppl.-Bd. XXV, 1875. — Fritz Müller, Das Colonialnervensystem der Moosthiere. Archiv f. Naturgeschichte, 1869. — A. Schneider, Zur Entwicklungsgeschichte und systematischen Stellung der Bryozoen und Gephyreen. Archiv. f. mikrosk. Anat., Bd. XV, 1869. — Th. Claparède, Beiträge zur Kenntniss und Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXI, 1871. — E. Metschnikoff, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger niederer Thiere. Bull. Acad., St. Pétersbourg, T. XV, 1871. — Repiachoff, Zur Entwicklungsgeschichte der *Tendra zostericola*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXV, 1875. — Ders., Zur Naturgeschichte der chilostomen Seebryozoen, ibid., Bd. XXVI, 1876. — O. Schmidt, Die Gattung *Loxosoma*. Archiv mikrosk. Anat., Bd. XII, 1876. — C. Vogt, *Sur le Loxosome des Phascolosomes. Arch. zool. expérim.*, T. V, 1876. — J. Barrois, *Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires*, Lille, 1877. — Ders., *Sur les métamorphoses des Bryozoaires. Ann. Sc. natur.*, 6e série, 1880. — Ders., *Embryologie des Bryozoaires. Journ. Anat. et Physiol.*, 18e année, 1882. — B. Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der *Pedicellina echinata*. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. XXVIII, 1877. — Salensky, *Études sur les Bryozoaires entoproctes. Ann. Sc. natur.*, 6e série, T. V, 1877. — L. Joliet, *Contributions à l'histoire des Bryozoaires des côtes de la France. Arch. Zool. expérim.*, T. V, 1877; T. VI, 1878; T. VIII, 1880. — Th. Hincks, *A history of the British marine Polyzoa*, London, 1880. — W. Reinhard, Zur Kenntniss der Süsswasser-Bryozoen. Zoolog. Anzeiger, 3e année, 1880. — J. W. Vigelius, Zur Entstehung und Entwicklung der Geschlechtsproducte bei chilostomen Bryozoen. Biolog. Centralblatt, Bd. II, 1882. — A. C. Haddon, *On Budding in Polyzoa. Quart. Journ. Microsc. Soc.*, T. XXIII, 1881.

Classe der Brachiopoden (*Brachiopoda*).

Symmetrische und festsitzende Thiere mit zwei Schalenklappen, einer ventralen und einer dorsalen, mit einem zweilappigen, freien Mantel, der mit Borsten besetzt ist und mit einem flimmernden Tentakelapparate, welcher meistens von zwei hohlen, spiralig aufgerollten Armen getragen wird. Kein Schalenband. Befestigung durch einen Stiel oder durch die Bauchklappe, welche gewöhnlich gewölbter und mit einem Schnabel versehen ist. Das Nervensystem wird gebildet durch einen Schlundring mit einem centralen Ganglion, welches unter der Speiseröhre liegt. Getrennte Geschlechter. Geschlechtslose Vermehrung kommt nicht vor.

Wir nehmen drei Ordnungen an:

1) *Ecardinen.* Klappen ohne Schloss und Armskelett. Der Darm mündet in einen seitlichen After. Beispiele: *Lingula*, *Crania.*

2) *Testicardinen.* Schale mit Schloss, Arme meist durch ein Skelett gestützt, welches von der Rückenklappe ausgeht. Darm ohne After, in einen Blindsack endigend. Beispiele: *Rhynchonella*, *Waldheimia*, *Terebratula*, *Terebratulina.*

3) Armlose (Abrachia). Wie die vorhergehenden, allein ohne Arme, welche durch eine Tentakelscheibe des Mantels ersetzt sind. Beispiele: *Argiope*, *Megerlea*.

Typus: *Terebratula vitrea* (Born). — Es ist dies die grösste der europäischen Arten; sie findet sich im Mittelländischen Meere und im Atlantischen Ocean, jedoch überall ziemlich selten und nur in einer Tiefe von mindestens 60 Faden. Man kann sich Exemplare durch die zoologische Station in Neapel verschaffen, von der wir auch die unserigen bezogen haben. Die übrigen europäischen Arten sind für eine gewöhnliche Zergliederung zu klein. Indessen benutzten wir bei unserer Untersuchung mehrere Arten, welche wir auf den Korallenbänken bei Alghero in Sardinien gefischt haben. Es sind: Terebratulina caput serpentis, Megerlea truncata und mehrere Arten von Argiope. Im Allgemeinen kann man die Brachiopoden nur durch Dretschen erlangen.

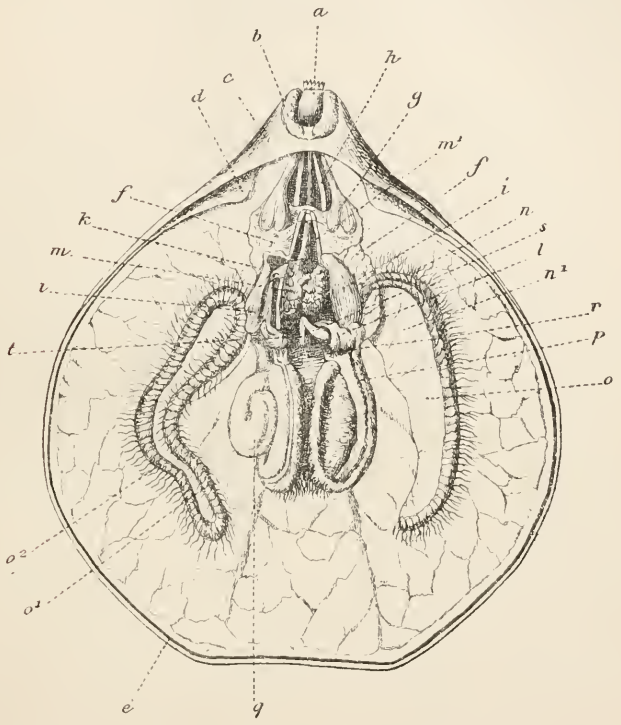
Orientirung. — Der Körper der Brachiopoden (Fig. 324) ist genau symmetrisch zu einer Verticalebene, welche durch die Mitte des Schnabels und des entgegengesetzten Mantelrandes gelegt wird und so jede der beiden Klappen in zwei gleiche Hälften theilen würde. Die kleinere der zwei Klappen ist die Rückenklappe, die grössere, welche mit einem Schnabel versehen oder direct befestigt ist, die Bauchklappe; der Schnabel befindet sich hinten; der ein wenig quer abgestumpfte Mantelrand bildet die vordere Seite. Die beiden Arme sind im Inneren der Schale rechts und links angebracht; Mund, Darm, Leber u. s. w. liegen hinter den Armen in der Mittellinie. Von den zwei Mantelblättern ist das eine dorsal, das andere ventral.

Diese Orientirung ist sehr wichtig; denn sie steht derjenigen der Lamellibranchier gegenüber, bei denen es eine rechte und eine linke Klappe giebt und die Ebene, welche den Körper in zwei symmetrische Hälften theilt, durch das Schloss zwischen beiden Klappen geht.

Präparation. — Terebratula vitrea ist gross genug, um in gewöhnlicher Weise zergliedert werden zu können. Indessen müssen wir darauf hinweisen, dass derjenige Körpertheil, welcher die Hauptorgane enthält, nur den dritten Theil des Schalenraumes einnimmt, und dass mindestens zwei Dritttheile dieses Raumes von den Armen mit ihrem Tentakelbesatze erfüllt werden. Ferner wird es nicht gelingen, die Klappen unbeschädigt abzulösen, nachdem man vorher im Inneren die Muskeln, welche sich an sie ansetzen, zerschnitten hat, wie man das bei den Lamellibranchiern thun kann; bei unserer Art wie bei den meisten anderen Testicardinen muss man eine der Klappen opfern, um den Körper bloss zu legen. Dies gelingt bei unserer Art leichter, wenn man mit einer starken Zange den Schnabel der Bauchklappe abkneipt und dabei den durchtretenden Stiel möglichst schont. Alsdann hat man einen Raum vor sich, wo der Mantel nicht fest anliegt, und durch welchen man ein kleines Scalpell ein-

führen kann, um durch Schaben der inneren Seite der Klappe die Muskeln und hernach den Mantel abzulösen. Es ist in der That sehr schwierig, die Mantelblätter von den Schalenklappen abzulösen, da sie an diesen durch eigenthümliche, in die Schale eindringende Warzen

Fig. 324.



Diese Figur bezieht sich wie alle anderen dieses Capitels, eine einzige ausgenommen, auf die typische Species *Terebratula vitrea*. Die kleine Rückenklappe ist mit dem sie innen bekleidenden Mantelblatte, von welchem man nur einen sehr kleinen Theil um die Muskeln herum erhalten hat, entfernt worden. Man sieht also die innere Seite der grossen Bauchklappe, welche nur dem Umrisse nach angezeigt ist, und die Organe in ihrer normalen Lagerung von der Rückenseite aus. Doppelte natürliche Grösse. *a*, Stiel; *b*, schwieliger Rand um die Oeffnung des Schnabels; *d*, Zahn des Schlosses; *e*, verdickter Rand des ventralen Mantelblattes, welches eng am Rande der Klappe anliegt; *f*, erhaltener Lappen des dorsalen Mantelblattes; *g*, dorsale Adjustatoren; *h*, Sehnen der Schliessmuskeln; *i*, seitlicher Theil der Schliessmuskeln; *k*, mittlerer, bei *l* gekrümmter Theil derselben; *m*, Leber; m^1, gastroparietales Band; *n*, grosser rechter Arm im Profil gesehen; n^1, häutige Partie (grosser Canal) dieses Armes; *o*, grosser linker Arm von der äusseren Seite gesehen; o^1, o^2, die zwei Fühlerwülste des linken Armes, welcher so gedreht ist, dass er uns seine äussere Seite zuwendet; *p*, grosse Windung des kleinen Armes; *q*, kleine Windung desselben; *r*, Stelle des Mundes, durch die Fühler der Arme verdeckt; *s*, Darmblindsack; *t*, Munddarm.

ankleben, von denen wir später sprechen werden. Die grosse Durchsichtigkeit der Gewebe ist ebenfalls ein Hinderniss; durch Anwendung einer färbenden Flüssigkeit, wie Pikrocarmin oder Boraxcarmin, wird man sich die Zergliederung sehr erleichtern. Um die Nervenverzweigungen verfolgen zu können, muss man Osmiumsäure anwenden. Um Schnitte anzufertigen, muss man im Allgemeinen entkalken. Injectionen versuchten wir nicht, da wir nur Thiere in Weingeist zur Verfügung hatten.

Die Schale. — Die grosse Bauchklappe der Terebratula vitrea kann, den Schnabel inbegriffen, bis 50 mm lang und 42 mm breit werden. Indessen sind Exemplare von dieser Grösse sehr selten; gewöhnlich ist die Länge nur 40 mm und die Breite 33 bis 35 mm. Diese Klappe ist sehr gewölbt; der Mantelrand aber, auf welchen sich die kleine Rückenklappe stützt, ist ganz horizontal. Bei Klappen von 40 mm geht der Schnabel um 6 mm über das Schloss hinaus; er wird von einem runden Loche mit erhöhten rauhen Rändern (*b*, Fig. 324) durchbohrt, welches 3 mm Durchmesser hat und durch welches der Befestigungsstiel geht. Im Grossen und Ganzen hat die grosse Klappe die Form eines ziemlich eleganten Löffels, der gegen den Schnabel hin beträchtlich schmäler ist und dessen Griff (*a*, Fig. 324) den Stiel vorstellen würde. Auf der äusseren Krümmung der Klappe bemerkt man zwei sehr verwischte Kanten, welche vom Schnabel ausgehen und leicht aus einander weichend gegen den Mantelrand verlaufen, der ein wenig quer abgestutzt ist.

Die kleine Rückenklappe legt sich überall auf die Ränder der grösseren an und ist auf ihr durch ein Schloss vor dem Loche des Schnabels eingelenkt. Sie ist ziemlich eben und zeigt wie die grosse Klappe concentrische Anwachsstreifen und ausserdem zu beiden Seiten der Mittellinie zwei elliptische rauhe Räume, welche auf ungefähr einem Dritttheile der Klappenlänge herabsteigen und die Anheftung der grossen Muskeln andeuten.

Ohne besonders complicirt zu sein, ist das Schloss der beiden Klappen doch so eingerichtet, dass es diesen nur einen sehr engen Spielraum gestattet. Eine grosse Terebratula kann die Klappen nur höchstens 5 mm weit öffnen, und nach dem Tode bleibt die Schale geschlossen, eine Eigenthümlichkeit, welche die Schalen der Brachiopoden von denen der Lamellibranchier kennzeichnet, bei welchen die Klappen durch die Wirkung des elastischen Bandes, welches den Brachiopoden fehlt, aus einander gehalten werden.

Das Schloss ist in folgender Weise gebildet. Auf der grossen Klappe befindet sich vor dem Kreise, welcher die Oeffnung des Schnabels umgiebt, ein horizontaler, halbmondförmiger Falz, in welchen der hintere fast schneidende Rand der kleinen Klappe sich einlässt. Der Falz setzt sich über die grosse Klappe nach vorn fort bis zu einem Zahn

in Form einer Lamelle (*d*, Fig. 324), welche in der Mitte ihrer Länge etwas in die Höhe gekrümmt ist. Dieser Zahn überragt, indem er sich ein wenig verdickt, das Niveau der Ebene, in welcher die Ränder beider Klappen sich berühren. In den Falz der grossen Klappe greift ein Zahn der kleinen Klappe in Form eines verlängerten Knopfes ein, während ausserdem eine dreieckige und horizontale Querlamelle, die nach vorn in eine scharfe Spitze ausläuft, sich an die innere Seite des Zahnes der grossen Klappe so anlehnt, dass dieser letztere eng zwischen die beiden Fortsätze der kleinen Klappe eingefasst ist. Dieser zweite dreieckige und spitzige Theil stellt zugleich einen Theil des Rudimentes des Gerüstes dar, welches bei anderen Arten die Arme stützt, die es bei unserer Art nicht erreicht. In allen Falzen findet sich eine ganz geringe Menge von faserigem Bindegewebe; doch ist die Einlenkung der Theile eine so enge, dass die Klappen vereinigt bleiben, auch wenn man dieses Gewebe durch Aetzkali zerstört.

Die Structur der Schale ist ziemlich verwickelt. Sie besteht aus drei Schichten. Die äussere Schicht ist eine ziemlich dünne homogene Cuticula, welche der Schalenepidermis der Lamellibranchier ziemlich ähnelt. Sie setzt sich ohne Veränderung über die ganze Aussenfläche fort, färbt sich leicht und scheint nur wenig Kalk zu enthalten. Die zweite weniger dicke Schicht färbt sich dagegen gar nicht; sie ist fast ausschliesslich aus kleinen Kalkkörnchen gebildet und verschwindet fast ganz, wenn man sie mit Säuren behandelt. Daraus geht hervor, dass sich die Cuticula auf entkalkten Schalen leicht ablöst. Die innere Schicht endlich, welche grossentheils die Dicke der Schalen ausmacht, besteht aus vieleckigen Kalkprismen, deren Basis sich durch Druck sogar auf der Oberfläche des Mantels abzeichnet und die im grössten Theile der Klappen vertical zur Dicke gerichtet sind, während sie auf den im Wachsen begriffenen Rändern der Klappen eine schiefe Stellung einnehmen. Die Prismen entsprechen sich nicht in den über einander gelagerten Wachsthumslamellen, deren Ränder auf der Aussenfläche der Klappen concentrische Streifen bilden.

Die Prismenschicht wird von ziemlich feinen Canälen durchzogen, welche von der Oberfläche des Mantels direct durch die Dicke der Schalen aufsteigen, dabei die Wachsthumslamellen ohne Unterbrechung durchsetzen und bei der zweiten Kalkkörnerschicht mit einer kleinen trichterförmigen Erweiterung endigen. Von dieser Erweiterung strahlen sehr feine Linien aus, welche man bis zur inneren Grenze der Cuticula verfolgen kann, und die Verlängerungen des Protoplasma zu sein scheinen, denn sie färben sich stark. Die Canäle sind nach den Autoren mit Röhren ausgekleidet, welche aus sehr feinen, anscheinend homogenen Wandungen gebildet werden; über diese sollen nach innen kleine rundliche Körperchen vorspringen, welche sich stark färben und Kerne zu sein scheinen. Die Membran, welche die Röhren bekleidet, wäre also eine

Forsetzung der äusseren Lamelle des Mantels, wodurch das starke Ankleben dieser letzteren an den Schalen ihre Erklärung fände. Wir gestehen, dass wir uns bei unserer Species von dem Dasein dieser gefüllten Röhren nicht überzeugen konnten. Wir sehen im Gegentheil Auswüchse, längliche Warzen, welche durchaus voll und von einem körnigen Protoplasma gebildet sind, allein keine Röhren (*k*, Fig. 327). Auf Horizontalschnitten der trockenen und bis zur Durchsichtigkeit abgeschliffenen Schale kann man sich überzeugen, dass die Canäle sehr regelmässig in bogenförmigen Linien geordnet sind, welche sich kreuzen. Die Function dieser Protoplasmawarzen, welche die in der Dicke der Schale ausgehöhlten Canäle erfüllen, ist um so dunkler, als es Brachiopoden, wie Lingula und Rhynchonella, giebt, deren Schale ganz fest ist und keine Canäle oder irgend welche Röhren zeigt.

Der Mantel. — Die Körpermasse, welche im hinteren Theile der Schale liegt, wird bis zu den inneren Ansätzen der Schalenmuskeln von einem ziemlich einfachen Tegument umgeben, welches aus einer äusseren Epithelschicht und einer intermediären Bindeschicht besteht und auf der Cölomseite mit einer einfachen Pflasterschicht des Epithels bekleidet wird. Auf der äusseren Schicht, deren dickkörnige Zellen nur eine Lage bilden, zeigen sich die erwähnten Warzen, welche die Schalen durchsetzen, und man sieht auf der Oberfläche dieser Schicht die Eindrücke der Kalkprismen. Sie liegt eng an der inneren Seite der Schale, von der man sie nicht ablösen kann, ohne sie theilweise zu beschädigen.

Die mittlere Bindeschicht ist ziemlich homogen, obgleich sie gegen die Ansatzstelle der Muskeln und gegen die Ränder, wo sich die beiden Klappen berühren, eine sehr feine Faserstructur zeigt. Diese Fasern, die jenen, welche man so häufig in dem Bindegewebe anderer Thiere trifft, in allem ähnlich sind, zeigen sich überall, wo das Bindegewebe eine gewisse Dicke erreicht, z. B. auf den Grenzen der Genitalhöhlen und auf dem dicken Rande des Mantels.

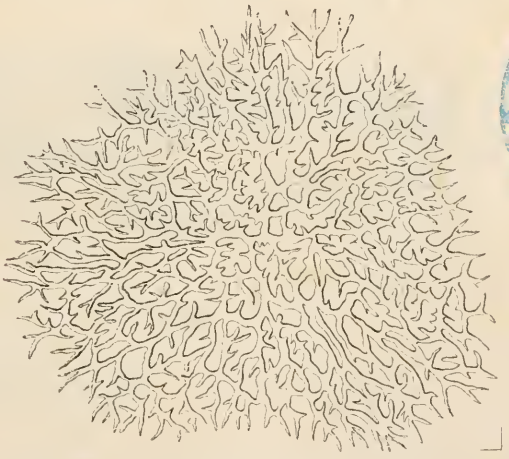
In der mittleren Bindeschicht findet man zwei Arten besonderer Bildungen. Einmal bilden sternförmige Zellen durch ihre ziemlich dicken in einander mündenden Verlängerungen ein Netz, welches einem Gangliongeflecht ähnelt. Es sind dies ohne Zweifel Bildungszellen des homogenen Gewebes, in welches sie eingelagert sind.

Zweitens wird das Bindegewebe namentlich in der Nähe der Muskeln und der Arme von Kalkablagerungen durchzogen, welche bei unserer Species Ausbreitungen bilden, die blattlosen dornigen Sträuchern gleichen. Diese Kalkdendriten (Fig. 325) breiten sich fast unmittelbar unter dem äusseren Epithel aus und fallen durch ihre Anordnungen dem Beobachter mehr auf, als die übrigen Bestandtheile des Tegumentes. Sie werden von einer feinen homogenen Membran umgeben, welche sich nach der Entkalkung erhält und so das Ergebniss

einer Verstärkung der Bindeschicht zu sein scheint. Auf dieser Membran trifft man körnige Körper, welche Zellen ähneln und wohl die Erzeuger dieser Kalkdendriten sein könnten, wie es van Bemmelen voraussetzt.

Die zwei Blätter, welche an den inneren Seiten der Klappen anliegen und den freien Mantel bilden, sind nur Verdoppelungen des beschriebenen Tegumentes, in welche die Bindeschicht sich einschiebt. Die Grundstructur des Mantels ist ganz diejenige des Tegumentes, mit dem Unterschiede, dass das innere Epithel sich über die freien Ränder des Mantels zurückbiegt, um über die innere Seite und von da über die Arme zu verlaufen. Da die zwei Ausbreitungen des Mantels offenbar durch Umbiegung des Tegumentes gebildet sind, müsste in ihrer Mitte

Fig. 325.

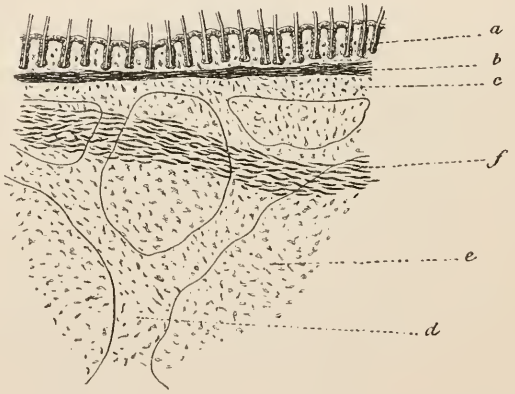


Kalkdendriten des Mantels in der Nähe der grossen Arme. Gundlach. Oc. 1, Obj. 2. Hellkammer.

eine Fortsetzung des Cöloms sich befinden, welche die zwei Bildungslamellen trennt. Diese Fortsetzung des Cöloms existirt in der That; allein sie ist durch die Verschmelzung des Bindegewebes auf ein System von Canälen und von Höhlen beschränkt, welche die Geschlechtsorgane enthalten und auf die wir bei Besprechung der letzteren zurückkommen werden. Indessen sei hier noch erwähnt, dass wir entgegen der Meinung van Bemmelen's die Anwesenheit von anderen Lacunen in der Dicke des Mantels nachweisen konnten, welche nach Hancock ein Netz von Blutgefässen bilden und Blutkörperchen enthalten sollen. Wir haben diese canalartigen Lacunen sehr gut gesehen, sowohl bei unserer typischen Art, die wir nur im conservirten Zustande beobachten konnten, als auch bei lebenden Terebratulinen.

Bei den Exemplaren, welche mit Pikrocarmin gefärbt sind, nimmt man die Stämme und Hauptäste dieser Canäle schon mit blossem Auge sehr gut wahr (*z*, Fig. 330). Sie gehen von den Rändern des Cöloms an den Grenzen aus, wo der Mantel frei wird und verlaufen strahlenförmig nach der Peripherie, wobei sie rechts und links in einander übergehen und so ein Netz mit sehr weiten Maschen bilden. Man unterscheidet namentlich in jedem Blatte des Mantels zwei Paar Hauptstämme, von denen diejenigen, welche in einiger Entfernung von der Mittellinie liegen, die stärksten sind. An den Rändern des Mantels angelangt, theilen sich die Canäle immer mehr, bilden engere Maschen und münden schliesslich in einen Canal ein, der den freien Mantelrändern entlang läuft und sich unmittelbar an die dicke Randschnur anlegt, welche die Borsten trägt (*c*, *d*, Fig. 326 und *l*, *n*, Fig. 327). Die Wandungen

Fig. 326.



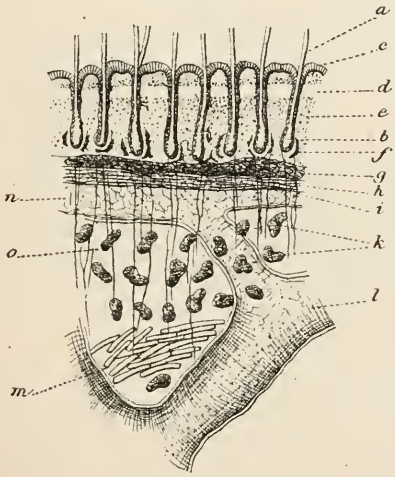
Theil des Mantelrandes. Gundlach. Oc. 1, Obj. 1. Hellkammer. *a*, borstentragende Randschnur; *b*, parallele Zell- und Muskelstreifen; *c*, kreisförmiger Sammelcanal; *d*, Ast des Zufuhrcanales, Maschen bildend; *e*, Mantelblatt mit den Protoplasmaverlängerungen; *f*, Streifen von Kalkprismen.

dieser Canäle werden oft fein gestreift in Folge der Entwicklung von anscheinend musculösen Fasern; nach innen werden sie von einem Epithel mit feinen körnigen Kernen bekleidet, welche sich stark färben. In dem Lumen dieser Canäle sahen wir keine Bildungselemente, auch keine geronnenen Massen; wir beschreiben einfach ihre Anordnung, wie sie schon Hancock wahrgenommen, geben aber über ihre Function keine Meinung ab. Es schien uns, dass sie bei jungen Individuen viel auffallender seien als bei älteren.

Die Mantelränder verdienen besondere Beachtung. Die äussere Schicht breitet sich bis zu den Grenzen der Schale aus, ist dabei immer genau an diese angelehnt und zeigt auf ihrem Rande selbst palissaden-

artige verlängerte Zellen, welche bis zum Epithel der Schale reichen. Die innere Schicht verdickt sich ein wenig in geringer Entfernung vom Rande und bildet so eine vorspringende Falte, von der die Borsten ausgehen, mit denen der Mantel besetzt ist. In dieser Falte sind die Epithelzellen zu Cylindern verlängert und bilden zusammen eine sehr dichte Schicht, welche sich, im Profil gesehen (*c*, Fig. 327), in Bogen zwischen den Borsten ausbreitet und sich in die Oeffnungen der Follikel einsenkt, welche die Borsten enthalten. Die Bindesubstanz ist verdickt und durch Fasern gestützt, welche sich bogenförmig um den Rand krümmen. Ausserdem findet man in dieser Falte Bindegewebszellen in Menge und Anhäufungen von fettigen Körperchen (*f*, Fig. 327), welche gelb oder roth gefärbt und namentlich um die Borstenfollikel herum angehäuft sind.

Fig. 327.



Ein Theil des vorhergehenden Präparates in stärkerer Vergrösserung. Gundlach. Oc. 1, Obj. 4. Hellkammer. *a*, Borsten; *b*, Borstenfollikel; *c*, geschweiftes Epithel; *d*, heller Streifen; *e*, Mantelblatt mit zahlreichen Zellkernen, *f*, Pigmentanhäufungen; *g*, Zellstreifen; *h*, Muskelstreifen; *i*, Kreiscanal; *k*, Protoplasmaverlängerungen gegen die Schale; *l*, Zufuhrcanal; *m*, Kalkprismen; *n*, Kreiscanal; *o*, senkrechte Fasern.

Diese Follikel (*b*) sind sehr lang, gerade, mit einer kleinen Erweiterung am Boden, so dass sie einer Thermometerröhre gleichen. Dieser Boden ist mit gelben, wachsartig aussehenden Kügelchen besetzt, welche die Bildungssubstanz der Borsten zu liefern scheinen; die Wandung der Follikel ist dünn, homogen und mit einem sehr feinen Pflasterepithel bekleidet, in welches die palissadenartigen Zellen übergehen, die den Eingang des Follikels auskleiden. Die Borsten (*a*, Fig. 327) sind gerade, bei unserer Species sehr zahlreich, nicht lang, sehr fein und offenbar aus einer chitinösen Masse gebildet. Sie sind fein gestreift und zeigen bei unserer Species keine Querringe, welche ihnen bei anderen Arten ein gegliedertes Aussehen geben. Man sieht oft zwei Borsten aus einem Follikel austreten. Wir bemerkten auch Ersatzfollikel, welche seitlich durch einen engeren Hals in einen Follikel mit zerbrochener Borste mündeten und welche ganz mit gelben Körnern, ähnlich denen im Grunde der anderen Follikel angefüllt

waren. Es scheint uns, dass diese Substanz an Stelle der Borste, welche gebrochen und ausser Gebrauch war, eine neue bilden sollte.

Die borstentragenden Follikel berühren mit ihrem Grunde eine ziemlich dicke, aus spindelförmigen, körnigen Zellen bestehende Schicht (*g*, Fig. 327), an welche sich zuerst ein Muskelstreifen mit ziemlich feinen Fasern (*h*, Fig. 327) und endlich der Kreiscanal (*i*, Fig. 327) anlehnt, in welchen die oben erwähnten Canäle münden. Alle diese Bildungen vervollständigen die borstentragende Randschnur und folgen ihr parallel auf ihrer ganzen Länge. Endlich gehen vom Boden der Borstenfollikel sehr feine Querfasern nach dem Mantel, an dessen häutige Blätter sie sich zu befestigen scheinen. Ihren Zusammenhang mit den Nervenstämmen des Mantels konnten wir nicht nachweisen; es scheint uns aber wahrscheinlich, dass sie von diesen ausgehen. In einigen unserer Präparate bemerkten wir auch einen helleren Streifen (*d*, Fig. 327), welcher der Randschnur parallel läuft und nicht weit von den Biegungen des Epithels sichtbar ist; von der Natur dieses Streifens, der vielleicht ein Canal ist, konnten wir uns mit Sicherheit nicht überzeugen.

Der Mantel hat auf seiner ganzen freien Partie keine Kalkdendriten; allein in einiger Entfernung von der Randschnur bemerkt man einen etwas unregelmässigen Streifen (*f*, Fig. 326), welcher sich unter einer stärkeren Vergrösserung (*m*, Fig. 327) aus spitzen, länglichen und krystallinischen Kalkprismen zusammengesetzt zeigt. Sollen diese Prismen zur Bildung der Schale dienen? Jedenfalls lösen sie sich ziemlich leicht ab.

Der Stiel (*a*, Fig. 324; *k*, Fig. 330). — Es ist dies ein keulenförmiges Organ, welches die ganze Höhlung des Schnabels der grossen Klappe ausfüllt und mit seinem gefranzten Rande einige Millimeter über dieselbe hinausgeht. Nach innen ist seine Basis ein wenig angeschwollen und nach vorn gekrümmt. Der wesentliche Theil des Stieles ist eine dicke, fein gestreifte und geschichtete Scheide von etwas gelblicher Farbe, welche sich gegen das distale Ende verdickt und in einem Büschel von dicken kurzen Fäden endigt, womit die Schale an die Körper im Meeresgrunde befestigt ist. Diese Endfäden sehen manchmal aus wie Röhren; allein sie sind durchaus fest. Die Scheide ist nach innen mit einer Bindemasse erfüllt, in welcher man viele sternförmige Zellen mit körnigen Kernen, welche sich lebhaft färben, sowie feinkörnige Cytoden wahrnimmt. Diese Masse scheint ausserdem durch Längsfasern getheilt zu sein, welche namentlich im Inneren Prismen zeichnen.

Der Stiel wird in seinem zwischen den Klappen verborgenen Theile von zwei häutigen Ausbreitungen umhüllt. Die erste geht vom Mantel aus, von dem sie ein zurückgebogener Theil ist; sie bildet einen Sack, der durch seinen Rand an die Höhlung der grossen Klappe auf ihrem

ganzen Umfange befestigt ist. Die zweite Hülle umgiebt enger die Basis der Keule; an sie befestigen sich die Muskeln, welche von den Klappen gegen den Stiel gehen. Diese Muskeln ziehen die Klappen gegen die Befestigungsstelle; vielleicht helfen sie auch bei deren Schliessung mit.

Die Muskeln. — Da bei den Brachiopoden ein Schlossband, welches durch seine Elasticität gegenüber den Schliessmuskeln die Rolle eines Antagonisten spielt, wie es sich bei den Lamellibranchien findet, fehlt, so müssen zwei Gruppen von Muskeln ausgebildet sein, die einen um die Klappen zu öffnen, die anderen um sie zu schliessen. Die Zähne des Schlosses bilden die Drehpunkte für die übrigens sehr beschränkten Bewegungen der Klappen, welche sich nur halb öffnen können. Endlich zieht eine dritte Reihe von Muskeln die Klappen zusammen nach dem Stiele hin, dessen elastische Wandungen als Antagonisten dienen.

Wir ziehen zum leichteren Verständniss der Studirenden vor, die Muskeln nach ihren Ansatzstellen an den Schalenklappen zu beschreiben; da man diese Ansatzstellen schon von aussen sehen kann und stets durchschneiden muss, wenn man die betreffende Schalenklappe entfernen will. Schon Hancock hat darauf hingewiesen, dass die Muskeln der Testicardinen im Allgemeinen fleischige Enden von gelblicher Farbe haben, die in Strahlenbündel getheilt sind und zwischen denen sehnige Theile sich befinden, welche eine weisse Farbe und sehr feine, feste und starre Fasern besitzen, die sich von den Sehnenfasern der höheren Thiere in keiner Weise unterscheiden. Nach van Bemmelen, dessen Beobachtungen wir nur bestätigen können, sind die Muskelfasern gerade, cylindrisch, der Länge nach fein gestreift und von Zeit zu Zeit mit kleinen Protoplasmaanhäufungen versehen, in welchen man häufig einen in der Rückbildung begriffenen Kern unterscheiden kann. Es sind dies ohne Zweifel Reste der Zellen, welche die Fasern selbst erzeugt haben. Nur die hinteren Schliessmuskel, wie sie Hancock nennt, machen hiervon eine Ausnahme; wie dieser Autor sagt und es auch van Bemmelen bestätigt, zeigen dieselben eine deutliche Querstreifung, von der man bei den übrigen Muskeln keine Spur wahrnimmt.

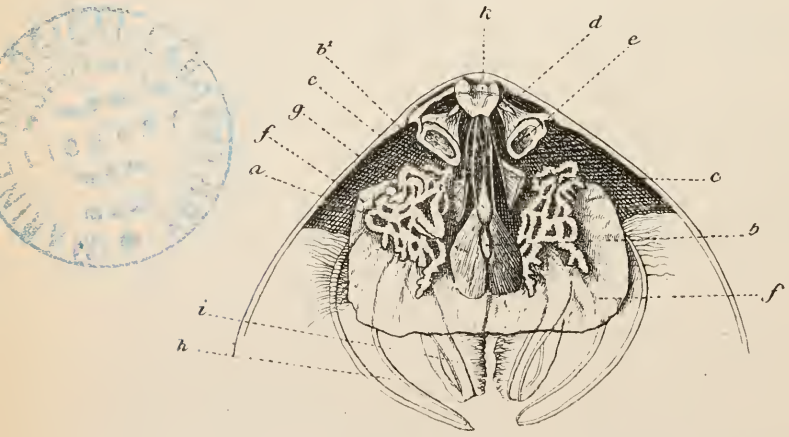
Die an der Bauchklappe befestigten Muskeln. — Wenn man die grosse Klappe sorgfältig weghebt, so dass alle Organe in ihrer natürlichen Lage bleiben und man das an die Klappe angelegte Mantelblättchen möglichst schont, so erhält man ein Präparat, wie wir es in Fig. 328 (a. f. S.) gezeichnet haben. Alsdann erblickt man in der Mittellinie zwischen den Genitalorganen einen ovalen Raum; derselbe wird von den Muskeln eingenommen, welche sich an die Klappe anheften. Es giebt zwei Paare und einen unpaarigen Muskel. Der unpaarige besteht aus zwei symmetrischen Hälften, welche wie die Seiten

eines Daches gegen einander geneigt sind. Auf der Rückenschale, welche in gleicher Weise präparirt wird, unterscheidet man ebenfalls eine ovale Befestigungsstelle, deren Mittelpunkt aber von der Leber eingenommen wird.

Für die Benennung der Muskeln wenden wir die von Hancock eingeführten Ausdrücke an.

Die Hauptöffnungsmuskeln (*a*, Fig. 328, 329 u. 330). Jeder dieser kräftigen Muskeln befestigt sich an die Bauchschale durch eine platte, dreiseitige, sehnige Ausbreitung an der hinteren Seite. Vorn berühren sich die zwei Muskeln auf der Mittellinie, gehen aber bald auseinander, um der Anfügung des Kieles des Schliessmuskels (*b*, Fig. 328) Platz zu machen. Die Blättchen verdünnen sich nach hinten in zwei Sehnen, welche mit einer zierlichen Krümmung

Fig. 328.



Der Schnabel am Stiele ist mit einer Zange durchgeschnitten, das Mantelblatt wie auch die Ansatzzellen der Muskeln abgelöst und die Bauchklappe entfernt. Alles ist in seiner normalen Lage belassen. Man hat die Zeichnung nur auf dem dem Schlosse benachbarten Theile ausgeführt und die Umrisse der Rückenklappe und der Arme als Contur angegeben. Doppelte natürliche Grösse. *a*, Hauptöffnungsmuskel, *b*, Schliessmuskel; *c*, Nebenöffnungsmuskel; *d*, ventraler Adjustator; *e*, Muskel- und Manteltheile an die Zähne des Schlosses befestigt; *f*, erhaltener Theil des ventralen Mantelblattes; *g*, Genitalorgane an dieses Blatt befestigt; *h*, grosse Arme; *i*, kleine Arme; *k*, abgeschnittener Stiel; *l*, gastroparietales Band.

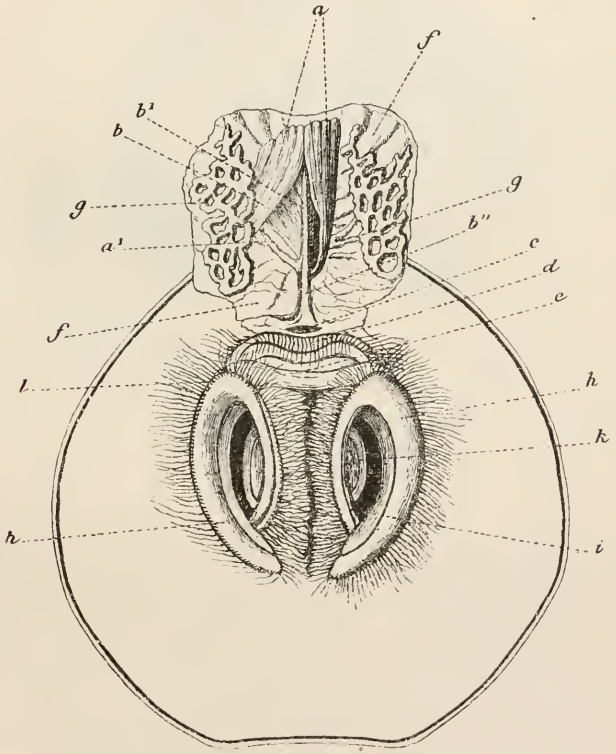
(*f*, Fig. 330) die Basis des Stieles umgeben, wo sie sich mit den Sehnen der accessorischen Oeffnungsmuskel und der Adjustatoren der Bauchmuskeln in einem Falz ansetzen. Die ersteren (*c*, Fig. 328) sind zwei kleine Muskeln mit einer dreiseitigen oder ein wenig eingeschnittenen Ausbreitung für den Ansatz; sie liefern zwei dünne Sehnen, welche sich direct auf dem erwähnten Falz an der Basis des Stieles ansetzen.

Der Ansatz an der Schale findet sich hinter demjenigen der grossen Muskeln.

Diese zwei Muskelpaare öffnen die Schale.

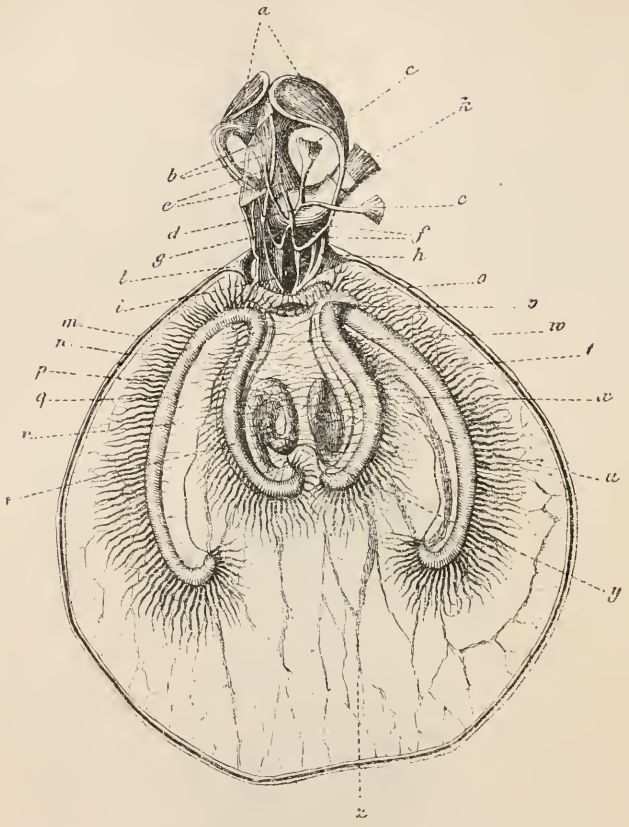
Der Schliessmuskel hat eine ziemlich verwickelte Anordnung und gehört beiden Schalen an. Wenn man die grosse Klappe weghebt (Fig. 328) und dabei die Organe in ihrer normalen Lage lässt, so sieht man zwischen den beiden Oeffnungsmuskeln nur einen länglichen und sehnigen Mittelkiel (*b*), durch welchen die zwei symmetrischen Hälften des Muskels sich an die Schale befestigen. Stülpt man diesen Theil des Mantels um, so sieht man etwas mehr von den zwei fleischigen Ausbreitungen des Muskels (*b*, Fig. 329), ebenso

Fig. 329.



Dasselbe Präparat unter gleicher Vergrösserung. Das Mantelblatt, welches die Geschlechtsorgane enthält, ist umgeschlagen, um die unter ihm verborgenen Theile zu zeigen. *a*, Hauptöffnungsmuskel; *b*, Schliessmuskel; b^1, sein Mittelkiel, welcher sich in die Sehne b'' fortsetzt; *c*, der Mund; *d*, Fühlerbogen der grossen Arme, am Munde vorbeigehend; *e*, Querband der Arme; *f*, zurückgeschlagenes Mantelblatt; *g*, Geschlechtsorgane; *h*, grosse Arme; *i*, erste ventrale Windung der kleinen Arme; *k*, aufgerollter Theil; *l*, Uebergang der ventralen Fühlerrinne des grossen Armes zu dem kleinen Arme.

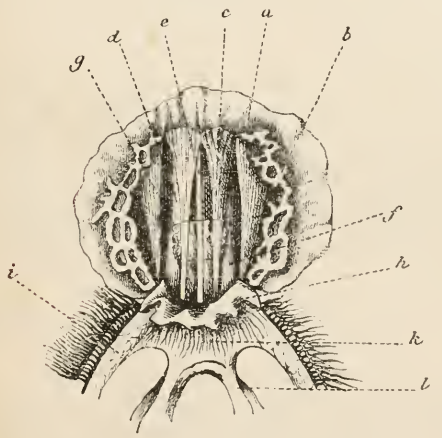
Fig. 330.



Analoges Präparat, doppelte natürliche Grösse. Das Mantelblatt mit den Geschlechtsorganen ist entfernt, die zurückgeschlagenen Muskeln sind wie in der vorhergehenden Figur vollständig präparirt, ihre Insertionen isolirt und die Arme möglichst auseinander gebreitet. *a*, Hauptöffnungsmuskeln mit ihren Sehnen *f*, welche sich am Grunde des zur Seite geschobenen Stieles *k* vereinigen; *b*, ventraler Theil des Schliessmuskels; *c*, Accessorischer Oeffnungsmuskel; *d*, Vereinigungsstelle der Sehnen dieser Muskel; *e*, Ansatzsehnen der durchschnittenen ventralen Adjustatoren; *f*, Sehnen der Hauptöffnungsmuskeln *a*; *g*, dorsaler Theil des Schliessmuskels; *h*, dorsaler Adjustator; *i*, Falte des Bauchfelles; *k*, Stiel; *l*, Zahn des Schlosses; *m*, Rand der Rückenklappe; *n*, verdickter borstentragender Rand des Mantels; *o*, Fühlerbogen des grossen Armes um den Mund; *p*, Fühler; *q*, Fühlerwulst; *r*, grosser Canal des grossen Armes; *s*, ventraler Bogen des kleinen Armes; *t*, grosser Canal desselben; *u*, ein Theil des kleinen Armes gegen die Rückenklappe aufgerollt; *v*, Stelle, wo der Fühlerwulst des grossen Armes auf den kleinen Arm übergeht; *w*, Vereinigungsmembran der kleinen Arme; *x*, innere Falte dieser Membran, *y*, ihr Ende; *z*, Gefässnetz auf dem an die Rückenklappe angelehnten Mantelblatt.

die Mittelsehne (b^1); aber erst, wenn der Mantel entfernt und dieser Theil zergliedert wird (Fig. 330), kann man sich über die ganze Anordnung Rechenschaft geben. Man sieht alsdann, dass der ventrale Theil des Muskels (*b*, Fig. 330) auf jeder Seite aus einem verbreiterten ovalen Blättchen besteht, welches mit dem der anderen Seite ein Dach mit Mittelkante bildet, und dass diese Blättchen auf einem sehnigen Querstreifen endigen, welcher von links nach rechts zwischen den Zähnen des Schlosses ausgebreitet ist. Auf diesem Streifen, welcher an dem Eingeweidesack eine Art Halskrause bildet, befestigen sich die dorsalen Theile des Muskels, welche aus zwei Paaren paralleler Bündel (*d*, Fig. 330; *c*, *d*, Fig. 331) bestehen; letztere sind gleichzeitig digastrisch und zeigen einen verbreiterten fleischigen Theil an den Ansatzpunkten, einerseits an dem Sehnenstreifen und andererseits an der Rückenschale (*i*, Fig. 331). In der Mitte, wo die Bündel auf zwei Seiten die Basis des Stieles umgeben und unter dem Ringkragen des Armes (Fig. 331) durchgehen, werden sie sehnig.

Fig. 331.



Dieses Präparat ist analog demjenigen von Fig. 329, wurde aber auf der Bauchklappe ausgeführt, nachdem man die Rückenklappe entfernt hatte. *a*, Mantelblatt, welches die Rückenklappe auskleidet und so umgeschlagen ist, dass seine innere Seite sichtbar wird; *b*, Geschlechtsorgane; *c*, mittlerer Theil des Schliessmuskels; *d*, seitlicher Theil desselben Muskels; *f*, Bauchfell; *g*, Leber, welche man aus der Bauchhöhle durchscheinen sieht; *h*, Ringkragen des Armes; *i*, grosser Arm; *k*, Fühler, welche auf dem Rande des Ringkragens befestigt sind und die beiden Arme verbinden; *l*, kleine Arme.

Da der Querstreifen mit den Schalen in der Höhe des vom Schloss gebildeten Stützpunktes fest verbunden ist, muss die Zusammenziehung dieser Bündel die Schalen schliessen.

Endlich müssen wir zwei Paare kleinerer Muskel erwähnen, welche Hancock die Adjustatoren nennt. Die Bauchadjustatoren, von denen wir nur die Sehnen (*e*, Fig. 330) erhalten haben, befestigen sich einerseits an die Schlosszähne der Bauchschale, andererseits an die Basis des Stieles; die Rückenadjustatoren (*g*, Fig. 324) befestigen sich an den langen, spitzigen Zähnen der Dorsalschale und gehen nach der Rückenseite der Stielbasis. Durch die Zusammenziehungen dieser Muskeln kann sich vielleicht eine Schale etwas seitlich

über die andere verschieben; allein ihr Spielraum ist sicher sehr beschränkt.

Ausser diesen wohl bestimmten und charakterisirten Muskeln finden wir noch eine Menge Muskelfasern, die oft weniger ausgeprägt sind und durch ihre Structur sich den Bindefasern annähern, in den Mantelblättchen und in den Armen. Wir werden sie bei Besprechung dieser Organe erwähnen.

Der Armapparat (324, 329, 330, 332 bis 334). — Dieser Apparat macht den grössten Theil des Körpers aus und erfüllt beim lebenden Thiere den Raum zwischen den beiden Schalen zu mindestens vier Fünftheilen, indem er für sich allein den ganzen Theil, welcher dem Schlosse gegenüber liegt, einnimmt. Die Tentakeln, welche auf den Armen sitzen, breiten sich dann bis zu den Rändern der Schale aus. So sahen wir den Apparat bei lebenden Terebratulinen; bei den im Weingeist aufbewahrten Exemplaren ist der Apparat durch Zusammenziehung viel kleiner geworden.

Beim ersten Anblick scheinen die Arme aus einer steifen Röhre zu bestehen, auf deren convexem Rande in doppelter Reihe und auf etwas vorspringenden Längswülsten ziemlich contractile, dünne, lange Tentakeln stehen. Gegenüber den Tentakelwülsten zeigt sich die freie und durchsichtige Seite der Röhre, welche einer steifen Membran ähnelt. Diese Anschauungsweise der Arme wollen wir für die allgemeine Beschreibung beibehalten unter dem Vorbehalt weiterer Prüfung.

In diesem Apparate kann man zwei Hauptmassen unterscheiden: die grossen äusseren Arme, welche einfach in Bogen gekrümmt sind und die spiralig gewundenen, kleinen inneren Arme.

Die grossen Arme (*o*, Fig. 324; *o* bis *r*, Fig. 330) entsprechen im Allgemeinen mit ihrer Krümmung derjenigen des Schalenrandes. Sie liegen zu beiden Seiten der Mittelebene und nähern sich dieser letzteren in der Nähe des Mundes. Die zwei Tentakelwülste (o^1, o^2, Fig. 324) nehmen genau die convexe Seite der Krümmung ein und vereinigen sich in der Nähe des Mundes, wobei sie Querfortsetzungen um den Mund und gegen die kleinen Arme hin aussenden. Auf dem Munde selbst sind die beiden kleinen Arme durch eine häutige Ausbreitung vereinigt; letztere ist eine Fortsetzung der Lamelle des Mantels, welcher den Körper umhüllt und den Eingeweidesack bildet. Vor dem Munde macht jeder Arm eine plötzliche Neigung gegen die Bauchseite, krümmt sich im Kreise, um wieder auf der Rückseite zu erscheinen und rollt sich mit einer zweiten Windung auf. Ein wenig von der Seite gesehen, zeigt der so aufgerollte kleine Arm genau das Aussehen, welches man den Köpfen der Sessellehnen giebt. Die zwei kleinen Arme sind auf ihrer ganzen Länge durch eine starke Membran (*a*, Fig. 330), eine Fortsetzung des Eingeweidesackes, vereinigt.

Die Anordnung der Arme in der Nähe des Mundes verdient eine ganz besondere Beachtung. Hat man den Mantel entfernt (Fig. 329), so zeigt uns eine Untersuchung der Bauchseite, dass sich vor dem Munde ein sehr starkes, faseriges Querband (*o*) ausbreitet, welches die beiden grossen Arme vereinigt und sich in die viel dünnere Vereinigungsmembran (*w*, Fig. 330) der kleinen Arme fortsetzt. Zwischen diesem Bande und dem Munde macht sich ein mit Fühlern besetzter Querbogen (*d*, Fig. 329) bemerkbar, welcher aus einer Verdoppelung des ventralen Fühlerwulstes der grossen Arme hervorgeht, die er auf diese Weise durch eine Querbrücke vereinigt. Der andere Arm des Bauchwulstes geht direct (*l*, Fig. 329) auf die Circumferenz des kleinen Armes über.

Die Beziehungen sind sehr verschieden auf der Rückseite (Fig. 331). Hier sieht man den Mund nicht, wenn man die entsprechende Operation ausführt; er ist durch ein festes Stück (*h*, Fig. 331) von perlmutterartigem Glanze verdeckt, dessen concaver Rand nach hinten gedreht und glatt ist, während der convexe Rand nach der Schalenöffnung gewendet und zierlich in gewellten Schweifungen ausgeschnitten ist. Dieses Stück nennen wir den Ringkragen, wegen seiner Aehnlichkeit mit dem früheren unterscheidenden Erkennungszeichen der Officiere. Es ist fest in die Wandung der Arme selbst eingefügt und besteht aus steifen, kalkigen und durchkreuzten Fasern. Die hornige Masse dieser Fasern umgiebt die Kalktheile so gut, dass die Säuren das Stück nur nach einiger Zeit und auch dann nur unvollständig angreifen. Vor dem convexen Rande des Ringkragens geht die Fortsetzung des dorsalen Wimperwulstes von einem Arme zum anderen.

Dieses Stück stellt wohl das innere Stück des Kalkgerüstes vor, welches die übrigen Testicardinen besitzen. Indessen ist es nicht wie bei diesen letzteren an die Rückenschale befestigt; es ist ganz frei und unabhängig und sein Zusammenhang mit dem Schalenstücke des Stützapparates, das unserer Ansicht nach von dem spitzen Zahne der Rückenschale dargestellt wird (s. S. 703), völlig unterbrochen.

Dies ist die allgemeine Anordnung; nun müssen wir aber bemerken, dass, wenn wir die grossen und die kleinen Arme auseinander gehalten haben, diese doch nur ein Ganzes bilden; zu beiden Seiten des Mundes liegt je eine Armröhre, die aber an ihren beiden Enden in verschiedener Weise aufgerollt ist.

Die grosse Armröhre wird von einer doppelten homogenen und durchsichtigen Stützlamelle gebildet. Die Lamellen sind, namentlich auf dem inneren Umkreise, verschmolzen, wo man nur Kalk-, Muskel- und Nervenbildungen zwischen ihnen eingeschoben findet, von denen wir zu sprechen haben werden; in der Nähe der Fühlerwülste hingegen verdicken sich die Lamellen und weichen auseinander, um besondere Canäle zu bilden.

Nach innen wie nach aussen sind die Wandungen der Arme mit einem dünnen Pflasterepithel bekleidet. Das äussere Epithel setzt sich in dasjenige des Mantels fort; das innere bekleidet die Höhlung der grossen Röhre, welche nach allen Seiten geschlossen ist. Der rechtsseitige Arm steht mit dem linken thatsächlich nicht in Verbindung; die Höhlung eines jeden endigt durch eine kleine blinde Erweiterung gegen die Mittellinie zur Seite des Mundes.

Fig. 332.

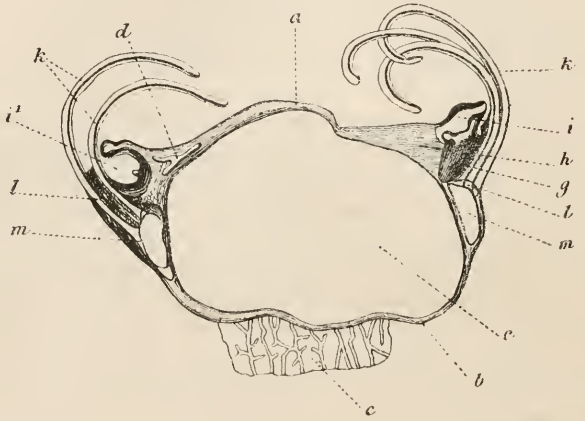


Fig. 333.

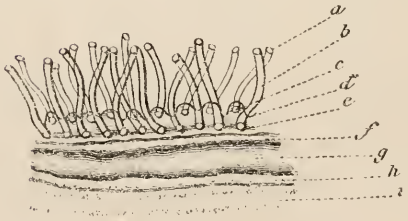


Fig. 332. — Querschnitt eines grossen Armes. Gundlach. Oc. 1, Obj. 0. Hellkammer. *a*, Wandung zwischen den Fühlerwülsten (convexe Seite); *b*, Wandung der concaven oder inneren Seite des Armes; *c*, ein Theil dieser Wandung ausgebreitet, um die in ihm enthaltenen Kalkspiesschen zu zeigen; *d*, seitliche Verdickung der Wandung mit Spiesschen; *e*, grosser Armcanal; *g*, Verdickung der Wandung; *h*, Fortsetzung des oberflächlichen, schief durchschnittenen Armcanals *i*; i^1, der oberflächliche Canal von der anderen Seite senkrecht durchschnitten; *k*, Fühler; *l*, ihre Oeffnung in den perivisceralen Canal *m*.

Fig. 333. — Der Fühlerwulst von seiner äusseren Seite gesehen. Gundlach. Oc. 1, Obj. 0. Hellkammer. *a*, Fühler der inneren Reihe; *b*, der äusseren Reihe; *c*, Knopflöcher der inneren Reihe; *d*, gewundener Rand derselben Reihe; *e*, perivisceraler Canal; *f* und *h*, Wandung des oberflächlichen Canals; *g*, Lumen desselben Canals; *i*, Armmembran.

In der Wandung des Armes findet man Kalkspiesschen, welche im Allgemeinen gerade, wenig verzweigt sind und unbedeutende seitliche Spitzen haben. Diese Spiesschen, die in der Wandung der Röhre mehr zerstreut sind, vermehren sich bedeutend in den Fühlerwülsten, wo sie ein eigentliches Stützskelett für die Wurzeln der Fühler bilden.

Ausserdem bemerkt man Ausbreitungen von Muskelfasern, welche sich gegen die Basis der Tentakeln in dichtere Bündel vereinigen und Fasern aussenden, die in den Fühlern bis zum distalen Ende aufsteigen. Diesen Fasern muss man die grosse Beweglichkeit der Fühler zuschreiben, welche man beim lebenden Thiere beobachtet.

Endlich bemerkt man Nerven und Geflechte, welche muthmaasslich zum Gangliensystem gehören und welche wir bei Gelegenheit des Nervensystemes besprechen werden.

Die weitere Organisation der Arme wird man am besten auf Querschnitten (Fig. 332) studiren, die man mit äusseren und inneren Flächenansichten der Arme vergleicht; letztere erhält man durch eine einfache Präparation (Fig. 333). Man spaltet ein Stück des Armes in seiner ganzen Länge auf dem den Tentakeln gegenüberliegenden Rande und breitet das Object auf einem Glasplättchen aus, indem man es leicht drückt. Man wird gut thun, die Präparation zuerst mit einem Reagens zu färben und durch Einlegung in Glycerin möglichst aufzuhellen.

Die Schnitte zeigen uns, dass die Tentakeln oder Fühler in die verdickten Seitentheile der Röhrenwandung eingefügt sind, welche ein horniges oder chitinöses Aussehen haben. Auf der Innenseite jedes Fühlerwulstes bildet dieser hornige Theil eine tiefe Rinne oder vielmehr einen Canal, der seiner ganzen Länge nach seitlich aufgeschlitzt ist. Bisweilen (*i*, Fig. 332) möchte man glauben, dass dieser Canal vollständig geschlossen sei; man kann sich indessen immerhin überzeugen, dass er offen (i^1), aber mit einer Art chitinöser Lippe bedeckt ist, welche auf Schnitten ziemlich verschiedene Formen zeigt. Uns scheint es, dass dieser oberflächliche Armcanal mit Flimmerhaaren bedekt sei. Wenn diese Beobachtung sich bestätigt, so wird man diesem Canal eine wichtige Rolle in der Ernährung zuschreiben müssen; er wird in der That die durch den Tentakelwirbel angezogenen Theilchen gegen den Mund hin führen.

Ausserhalb dieses Canales kann man die Wurzeln der Fühler verfolgen, welche die chitinöse Substanz durchziehen und sich gegen einen zweiten ganz geschlossenen und in der Wandung der Arme selbst ausgehöhlten Canal (*m*, Fig. 332) begeben. Wir nennen diese Canäle die Perivisceralcanäle der Arme, denn sie setzen sich gegen den Mund hin fort und münden schliesslich durch zwei Oeffnungen, welche in unmittelbarer Nähe des Mundes auf der Rückenseite (*d*, Fig. 336) liegen, in die Perivisceralhöhlung. Die Flüssigkeit, welche das Cölom erfüllt,

dringt also in diese Canäle und durch sie in die Fühler, welche offenbar in diese Canäle münden.

Dieses Resultat wird durch die Untersuchung der auf die eben beschriebene Weise ausgebreiteten Präparate bestätigt (Fig. 333). Man sieht auf denselben den oberflächlichen Canal mit seinen dicken, wenig durchsichtigen, bräunlichen Wandungen und seiner Mittelrinne, ferner zur Seite den Perivisceralcanal, dessen weniger feste Wandungen eine doppelte Reihe von wechselständigen Knopflöchern zeigen, in welche die Fühler münden. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen entdeckt man leicht Fasern, welche theilweise ziemlich fein sind und nach den Knopflöchern verlaufen, um in den Canal des Fühlers selbst aufzusteigen, welchen sie in seiner ganzen Länge durchziehen.

Fig. 334.

Optischer Durchschnitt eines Fühlers von einer lebenden *Terebratulina caput serpentis*. Verick, Oc. 1, Obj. 7. Hellkammer. *a*, Flimmerhaare; *b*, Cuticula; *c*, Epithel der Flimmerzellen; *d*, Stützlamelle; *e*, *f*, Faserbündel im Inneren der Höhlung.

Der Perivisceralcanal des Armes zeigt nach innen immer ein Epithel aus runden Zellen, deren körniges Protoplasma sich nur schwer färbt und ein gelbliches Aussehen behält. Das Lumen des Canales füllen zum Theil gelbliche körnige Massen; sie scheinen abgeblätterte und veränderte Epithelzellen zu sein.

Die Fühler oder Tentakeln (*a*, *c*, Fig. 333) sind verlängerte Röhren, welche, wie schon gesagt, in doppelter Wechselreihe auf jedem Fühlerwulste stehen und durch eine erweiterte trichterartige Oeffnung in den Perivisceralcanal des Armes münden. Wir konnten sie auf lebenden Exemplaren der *Terebratulina caput serpentis* untersuchen; sie zeigen sehr energische Bewegungen, indem sie sich krümmen und wieder aufrichten. Der optische Schnitt (Fig. 334) zeigt auf lebenden Fühlern folgende Schichten: erstens ein sehr dichtes und sehr lebhaft wimperndes Flimmerepithel mit ziemlich langen, sehr zarten Wimperhaaren, welche durch eine Cuticula von den Flimmerzellen getrennt werden, deren Eigenwandungen sich auf dem lebenden Individuum kaum wahrnehmen lassen. Deutlich sahen wir nur ihre Kerne, dagegen eine feine Punktirung, als Ausdruck der von oben gesehenen Flimmerhaare. Dieses ganze Flimmerepithel verliert sich gewöhnlich auf den in Schnitte zerlegten Präparaten; die Zellen erhalten sich jedoch kaum erkennbar auf den Stellen zwischen den Wurzeln der Fühler, wo das Epithel sehr hoch wird und wo sich noch Tastzellen mit ihm zu vermengen scheinen.

Der Körper des Fühlers wird von einer offenbar chitinösen, ziemlich dicken, ein wenig bräunlichen Scheide (*d*) gebildet, welche eine vollständige Röhre darstellt, die am distalen Ende geschlossen ist und

proximal in den Perivisceralcanal mündet. Diese Stützscheide zeigte uns keine sichtbare Structur; sie ist aber in ihrer ganzen Länge mit geraden Kalkspiesschen bestreut, welche fast keine seitlichen Fortsätze haben, dagegen der Länge nach gereihte Löcher zeigen. Bei unserer typischen Species finden sich diese Spiesschen bis zum Ende des Fühlers, während wir sie bei Terebratulina caput serpentis nur an der Basis der Fühler angetroffen haben.

Im Inneren der Fühlerröhre verlaufen der Länge nach fein gestreifte Längsbündel. Wir sahen deren zwei vollständig getrennt; es sind dies wahrscheinlich Muskelbündel, welche die Bewegungen der Fühler hervorbringen.

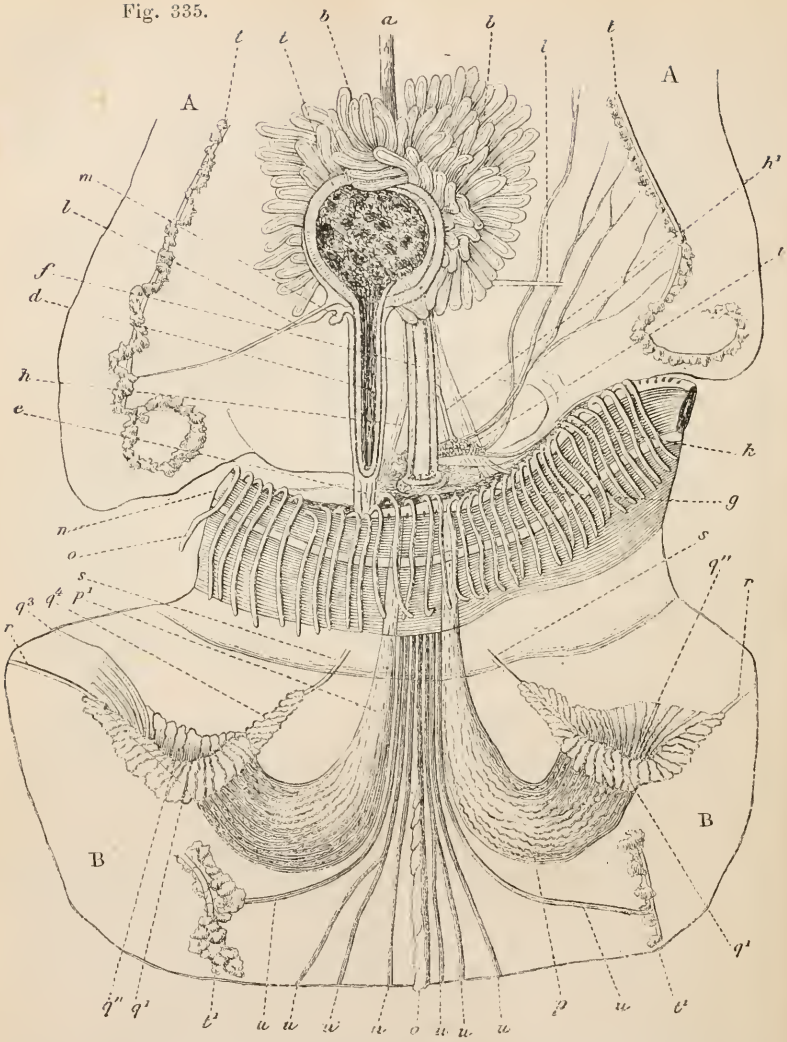
Das Studium der Schnitte bestätigt die Ergebnisse, welche wir eben dargelegt haben; nur darf man eben nicht vergessen, dass das Flimmerepithel sich meist verloren hat, weil dies zu Irrthümern führen könnte.

Wir zweifeln nicht, dass dem ganzen ansehnlichen Apparate der Arme mit ihren mit Wimperhaaren besetzten Fühlern nur die Function zukommt, starke Strömungen hervorzurufen, durch welche das Wasser, welches kleine mikroskopische Organismen und Sauerstoff enthält, zwischen die Schalen eingeführt wird, um so die namentlich durch die Mantelblätter ausgeübte Athmung zu unterhalten und den Darm zu speisen. In diesem findet man in der That nur einzellige Algen, Foraminiferen und Radiolarien, deren unverdaute Skelette ziemlich leicht zu erkennen sind.

Der Darmcanal (Fig. 324, 335). — Der Mund liegt in der Mittellinie beim Anfang der Arme, ein wenig gegen die Bauchklappe gewendet und auf der Rückenseite von dem Gerüste der kleinen sich berührenden Arme verdeckt, während er auf der Bauchseite unter der Vereinigungsmembran der Arme versteckt ist. Er zeigt die Form einer engen Querspalte, welche von dünnen und lebhaft wimpernden Lippen umgeben ist. Die Lippenwinkel werden durch die Fortsetzung des Tegumentes gegen die Arme gestützt, so dass der Mund auf horizontalen Schnitten durch zwei rechts und links sich ausbreitende Bänder befestigt scheint. Die oberflächlichen Armcanäle vereinigen sich nach dem Munde hin, indem sie eine tiefe Rinne bilden.

Der Mund setzt sich in eine ziemlich dicke Speiseröhre fort (*f*, Fig. 335, a. f. S.), welche genau in der Mittellinie auf der Bauchseite liegt. Es ist dies eine gleichförmige, auf ihrer ganzen Länge gleich dicke Röhre, welche ohne Zweifel sich beträchtlich erweitern kann; denn man sieht ihre innere Höhle selbst durch schwache Vergrösserungen. Zwischen den zwei grossen Schliessmuskeln angekommen, verbirgt sich die Speiseröhre unter einem ansehnlichen Bündel von Blindsäcken, welches wir in Uebereinstimmung mit den übrigen Autoren die Leber (*m*, Fig. 324; *b*, Fig. 335) nennen.

Fig. 335.



Die Arme ausser dem Verbindungsbogen sind entfernt und die zwei Blätter des visceralen Mantels so ausgebreitet, dass man ihre innere Seite bis zur Insertion des Mundes sieht. Gundlach. Oc. 1, Obj. 00. Hellkammer. *A*, dorsales Mantelblatt; *B*, ventrales Blatt; *a*, gastroparietales Band; *b*, Leberblindsäcke in zwei Gruppen; *c*, Magenwandung; *d*, terminaler Darmblindsack; *e*, sein Ansatzband; *f*, Speiseröhre; *g*, Epithelverdickung um den Mund; *h*, mesenterische Bänder um die Speiseröhre, welche die Nervencommissuren enthalten; *i*, Unterschlundganglion mit den Nerven, welche zu den Muskeln und dem freien Mantel gehen; *k*, grosser Armnerv; *l*, ileoparietale Bänder; *m*, Herz (?); *n*, grosse Armröhre; *o*, Fühler; *p*, Genitaltrichter; p^1, Biegung desselben; q^1, innere freie Lippe des Trichters; q^2, äussere befestigte

Diese beträchtliche Drüse berührt mit ihren Blindsäcken die Rückenklappe in der Mittellinie und ist hier nur von einem sehr dünnen Blättchen der Eingeweidehülle bedeckt, welches mit dem Mantel verbunden ist, und fast unfehlbar reisst, wenn man die Rückenklappe entfernt. Sie besteht aus zwei seitlichen Bündeln, die etwas verwickelt sind und zu beiden Seiten auf einer centralen Verbreiterung beginnen, welche wir den Magen (*c*, Fig. 335) nennen und welche die Form einer Kugel oder eines Fässchens mit abgerundeten Enden hat. Einige Blindsäcke entspringen vereinzelt auf dem rundlichen Magen; die anderen gehen von zwei voluminösen Stämmen aus, welche auf den beiden Seiten des Magens eingefügt sind, sich aber sofort theilen.

Der Magen unterscheidet sich leicht durch seine gewöhnlich schwärzliche Farbe; er ist aber von den Blindsäcken der Leber auf allen Seiten so umgeben, dass man dieselben theilweise entfernen muss, um darzuthun, dass die Speiseröhre auf seiner ventralen Seite einmündet, während von seiner Rückenseite der terminale Blindsack (*d*, Fig. 335) ausgeht.

Bei unserer typischen Species ist die Art und Weise, wie dieser Theil gebildet ist, bemerkenswerth, da er bei den übrigen bis jetzt untersuchten Arten anders auftritt. Es ist eine Röhre von derselben Länge und demselben Umfange wie die Speiseröhre; sie dehnt sich in gerader Linie von der Leber gegen den Armbogen aus, der am Munde vorbeigeht, und endigt etwas vor diesem Bogen mit einer abgestumpften Spitze. Die Röhre liegt genau in der Mittellinie und verbirgt somit die Speiseröhre von der Rückenseite aus gänzlich; in unserer Zeichnung mussten wir die beiden Röhren etwas aus einander ziehen, um sie auf derselben Figur zeigen zu können. Der Blinddarm hat ziemlich dicke, steife Wandungen; er wird von einer festen faserigen Scheide umhüllt, welche sich bis zum Armbogen fortsetzt, um sich dort gegenüber dem Munde auf der Rückenseite zu befestigen. In dieser Scheide nimmt man Muskelfasern wahr. Die Wandungen des terminalen Blinddarmes brechen, obschon sie ansehnlich dick und elastisch sind, so dass sie nicht wie diejenigen der Speiseröhre zusammenfallen doch in geringer Entfernung vom Ende ziemlich leicht.

Der ganze Darmtheil, von der Leber bis zum Blinddarm, ist so zu sagen an das gastroparietale Band (*a*, Fig. 335), eine häutige Mittelscheidewand, aufgehängt, welche von der Basis des Stieles ausgeht und das ganze Cölom der Länge nach in zwei Hälften theilt. Auf horizontalen Schnitten erscheint diese Scheidewand als ein Faden, an welchem der Darm befestigt ist. Ausserdem giebt es zwei horizontale

Lippe; q^3, Runzeln dieser Lippe; q^4, Blatt, welches sich am inneren Bande *s* befestigt; *r*, äusseres Band; *t*, (männliche) Geschlechtsorgane des dorsalen Mantelblattes; t^1, dieselben auf dem ventralen Blatte; *u*, Nerven, welche über dieses Blatt verlaufen; *v*, mittlere mesenterische Scheidewand des Cöloms.

Bänder (*l*, Fig. 335), welche in rechtem Winkel gegen das vorhergehende gerichtet sind und sowohl rechts als links nach der perivisceralen Hülle verlaufen. Man hat sie die ileoparietalen Bänder genannt.

Auf dem ganzen Verlaufe des Darmes wie auch der Leberblindsäcke unterscheidet man leicht eine äussere Faserhülle, die Fortsetzung der Bekleidung der allgemeinen Leibeshöhle, ferner eine sehr lose und dünne musculöse Bindeschicht. Um den Mund und den Darm sendet die Faserschicht zahlreiche Bänder aus, mittelst welcher diese Theile an ihre Umgebung befestigt sind (*h*, Fig. 335); die Blindsäcke der Leber aber schwimmen frei im Cölom; nur der Enddarm und die Speiseröhre werden von der schon erwähnten Mesenterialfalte gehalten.

Das innere Epithel ist auf der ganzen Länge der Speiseröhre vom Munde bis zum Magen dasselbe. Seine langen fadenförmigen, sehr dünnen und feinen Zellen mit körnigen Kernen sind zusammen in Gruppen vereinigt, welche sich um Längsfalten der nach innen vorspringenden Bindehaut zu reihen scheinen. Auf den ersten Anblick möchte man behaupten, dass dies nicht ein Epithel, sondern nur eine faserige Masse sei, deren etwas gewellte und körnige Fasern sich von der Peripherie nach dem Mittelpunkte wenden und in der Mitte nur eine enge Oeffnung lassen. Es wäre leicht möglich, dass Fasern, selbst Nervenfasern, sich zwischen diesen sehr langen Zellen vertheilten, welche je nach dem Zustande der Ernährung mehr oder weniger gelbliche Körner enthalten. Im Magen werden diese Zellen kürzer; die anscheinenden Zotten verschwinden und die innere Oberfläche erscheint gleichförmiger. Die innere Oberfläche des Epithels wird von einer ziemlich dicken Cuticula mit Wimperhaaren bedeckt, deren Bewegung sich bei lebenden Thieren ziemlich gut beobachten lässt. In der Darmhöhlung findet man ziemlich allgemein hohle Panzer von Diatomeen und Foraminiferen, umgeben von einer schleimigen Masse, die durch die Reagentien gerinnt.

Das Epithel, welches die innere Seite der Blindsäcke der Leber bekleidet, ist sehr verschieden. Die Zellen sind kürzer und massiver, die Kerne dick und inmitten der gelben oder bräunlichen Körner, von denen die Zellen erfüllt sind, schwer zu unterscheiden. Dieses Epithel bildet im Inneren der Blindsäcke vorspringende Längswülste, in welche Vorsprünge der Bindeschicht so eintreten, dass Querschnitte das Aussehen von Rädern zeigen, welche nach innen gezähnt sind. Obgleich die Blindsäcke der Leber ziemlich geräumig sind, sahen wir doch in ihrem Inneren keine Rückstände der Verdauung wie im Darm. Die Leber ist wahrscheinlich, wie bei den Mollusken, die specifische Verdauungsdrüse, die ein dem pankreatischen Saft der höheren Thiere ähnliches Secret liefert.

Der terminale Blindsack zeigt eine analoge Anordnung des inneren Epithels; hingegen ist die Bindeschicht hier ziemlich dick und fest.

Die Fortpflanzungsorgane (Fig. 328, 329, 331, 335). — Diese Organe bestehen aus zwei ganz unabhängigen Theilen: den Keimorganen (Eierstöcke und Hoden) und den Ausfuhrcanälen oder Genitaltrichtern (Eileiter und Samenleiter). Die Geschlechter sind getrennt; wir haben männliche und weibliche Individuen nicht bloss bei unserer typischen Species, sondern auch bei Terebratulina, Argiope und Megerlea, welche wir lebend beobachteten, gefunden und niemals Hermaphroditen getroffen. Doch sind die Organe in Bezug auf ihre Anordnung bei den beiden Geschlechtern durchaus gleich, und diese Gleichheit der Form dehnt sich sogar auf die Ausfuhrcanäle aus. Um die Eierstöcke und Hoden durch ihre Producte von einander zu unterscheiden, bedarf es einer mikroskopischen Untersuchung; was die Genitaltrichter betrifft, so fanden wir bei beiden Geschlechtern immer dieselbe Structur, was, wie wir glauben, einen neuen Beweis bildet zu Gunsten der Ansicht, welche diese Organe als Segmentalorgane betrachtet, die den Fortpflanzungsorganen als Ausfuhrcanäle dienen.

Die Keimorgane (*g*, Fig. 328, 329; *b*, Fig. 331) liegen zwischen den beiden Blättern des Mantels, der die Eingeweidehöhle einschliesst und zwar sowohl auf der Bauchseite wie auf der Rückenseite, in einiger Entfernung von der Mittellinie ausserhalb des Raumes, welchen die an die Schale befestigten Muskeln und das Leberbündel einnehmen. Sie breiten sich auf diesen Blättern vom Schlossrande bis in die Nähe der Arme aus und bieten je nach dem Füllungszustande ein ganz verschiedenes Aussehen. Obgleich nach demselben Plane gebildet, sind sie doch nicht auf beiden Seiten symmetrisch, wie dies unsere genau der Natur nachgebildeten Figuren zeigen. In dem unentwickeltsten Zustande (*t*, Fig. 335) zeigen sie die Form einer gewellten Schnur, welche da, wo das Mantelblatt zwischen die Schlosszähne eindringt, beginnt und gegen den Anfang der Arme verläuft, wo sie sich im Kreise schlingt. Im reifen Zustande dagegen (Fig. 328, 329, 331) bilden diese Organe ein Netz aus dicken gewundenen Zweigen, die sich zusammen verbinden und nur kleine maschenartige Zwischenräume lassen. Bei lebenden Thieren sind sie, namentlich die männlichen, stark roth gefärbt durch kleine Pigmentkörnchen, welche im Alkohol verschwinden und nur eine schmutzig gelbliche Farbe lassen.

Nach der Beschreibung van Bemmelen's, mit dem wir hier übereinstimmen, sind die Eierstöcke verzweigte Schläuche, welche durch das Auseinandergehen der Mantellamellen gebildet werden und in ihrem Innern mit denselben Epithelzellen bekleidet sind, welche sich auf allen inneren Flächen der Eingeweidehöhlung finden. Diese gewundenen Schläuche aber theilen sich während der Entwicklung der Eier gewissermaassen in zwei Theile. Ein Theil bleibt gleichförmig und bildet am Ende einen Canal oder eher eine wie ein Gefäss aussehende Rinne, und dieser mit sterilen Epithelzellen ausgekleidete

Theil wurde von Hancock als ein Blutgefäss aufgefasst. Gegenüber dieser Rinne bilden sich auf der ganzen Länge des Schlauches Ausbuchtungen, welche mit der fortschreitenden Entwicklung der Eier die Form von Blindsäcken annehmen. Die Zellen, welche diese Blindsäcke bekleiden, entwickeln sich nach zwei verschiedenen Richtungen. Die einen werden grösser und man nimmt bald in ihnen die charakteristischen Elemente der Eier wahr: eine feine Dotterhaut, einen körnigen, dunkeln, oft kreideweissen oder gelblichen Dotter, ein sehr grosses helles Keimbläschen, welches mindestens ein, oft aber zwei Kernkörperchen enthält. Diese Eier sind anfangs von einer flockigen Masse umgeben, die von den anderen Epithelzellen gebildet wird, welche sich nach Maassgabe der Vergrösserung des Eies aneinanderreihen und sich so abplatten, dass sie Follikel um die Eier bilden. Wir haben die Existenz dieser Follikel auf Eiern constatirt, die wir lebenden Argiopen und Terebratulinen entnahmen. Die Eier werden verhältnissmässig sehr gross, so dass der Eierstock bucklig aufgetrieben erscheint.

Die Hoden entwickeln sich auf analoge Weise, mit dem Unterschiede indessen, dass die Rinne zu einem wirklichen Canal wird, der durch eine Falte geschlossen ist, in welche sich Bildungssubstanz einlässt. Auf ganz unvollständig entwickelten Hoden (*t*, Fig. 335) sahen wir diesen Canal auf einer Seite gegenüber vielen blindsackartigen Ausbuchtungen wie bei den Eierstöcken; bald aber fälteln sich die Blindsäcke nach innen, umgeben den Canal von allen Seiten und zeigen auf Schnitten, wie es van Bemmelen sehr gut gesehen und gezeichnet hat, einen centralen Canal, von welchem Falten ausgehen, welche die Blindsäcke wie in einer normalen Aussonderungsdrüse trennen. Die Blindsäcke sind mit kleinen Zellen erfüllt, welche durch Sprossung der Epithelzellen erzeugt zu sein scheinen. In diesen kleinen Zellen geht eine Differenzirung vor sich und man sieht dann in den Blindsäcken zwei Substanzschichten. Die äussere Schicht längs den Wandungen besteht aus nadelförmigen Zoospermen, aus Kernen, welche ebenso dick sind wie die Köpfe der Zoospermen, und aus einigen kleinen Zellen, welche diese Kerne enthalten; die innere Schicht hingegen besteht aus grösseren Zellen, welche die Bestandtheile der äusseren Schicht zu erzeugen scheinen.

Wir konnten lebende Zoospermen von Argiope untersuchen, welche vom Meerwasser, in dem sie schwammen, nicht angegriffen wurden; dieser Umstand scheint anzudeuten, dass die Befruchtung mittelst des Wassers vor sich geht. Die reifen Eier lösen sich ab und fallen in die Eingeweidehöhle, von wo sie durch die Genitaltrichter entfernt werden. Hancock sah reife Eier in dem Cölom zerstreut und in die Trichter vorgedrungen. Verhält es sich mit den Zoospermen ebenso? Diese Zweifel wurden durch einige Präparate veranlasst, auf welchen

der Centralcanal des Hodens sich bis zum Trichter des Samenleiters fortzusetzen schien; indessen sind wir der Thatsache nicht ganz sicher und überlassen die Antwort auf diese Frage künftigen Beobachtern.

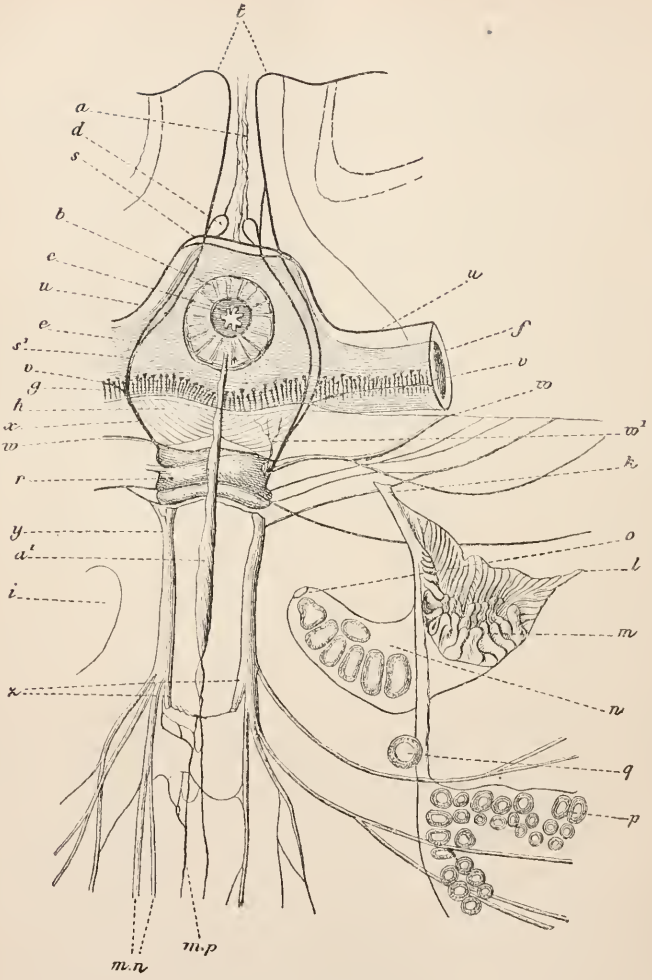
Die Genitaltrichter (Fig. 335, 336 a. f. S.) sind zwei grosse gekrümmte Röhren mit trompetenförmiger Oeffnung, welche in der Nähe der Befestigung der Arme an die innere Seite des ventralen Blattes des perivisceralen Mantels sich anlegen. Nach Entfernung der Bauchklappe nimmt man sie nicht wahr; vielmehr muss man, um sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen, wie wir sie in Fig. 335 gezeichnet haben, das Mantelblättchen umschlagen.

Die innere Oeffnung (*g*, Fig. 335), ein weiter, zierlich gelappter und gefalteter Trichter, ist quer ausgezogen und mit ihrer äusseren Wandung an das Mantelblättchen befestigt, während die innere Wandung frei ist. Die zwei Winkel des Trichters verlängern sich in die genannten ileoparietalen Bänder. Auf ihrer ganzen inneren Fläche trägt die Trichteröffnung strahlenförmige Falten, welche auf der Befestigungsfläche fast gerade oder etwas gewellt, dagegen auf dem freien Theile stark vorspringend und so angeordnet sind, wie die gewellten Seiten eines gezähnten Kohlblattes. Diese Falten convergiren gegen den Eingang der Röhre und setzen sich in den erweiterten Theil derselben fort. Dieser krümmt sich bogenförmig gegen die Mittellinie und setzt sich stets dünner werdend parallel der Mittellinie gegen den Mund hin fort, um zu beiden Seiten in zwei feinen Oeffnungen zu münden, welche die Epithelverdickung um den Mund durchbohren. Diese Röhren unterscheidet man, soweit sie in dem freien Mantelblättchen verlaufen, leicht durch ihre gelbliche Farbe und die mehr und mehr verwischten Spuren der inneren Falten. Hingegen ist es sehr schwierig, sie in der Nähe des Mundes zu verfolgen, wo der mit Fühlern besetzte Querbogen der Arme sie dem Blicke entzieht.

Schnitte zeigen, dass diese Röhren sehr abgeplattet und aus einer dünnen, bindegewebigen und ohne Zweifel auch musculösen Wandung gebildet sind, welche nach innen von einem differenzirten Flimmerepithel bedeckt wird. Die Flimmerzellen sind in der That auf den Falten und inneren Wülsten sehr hoch und mit langen Wimpern versehen, während sie auf den Zwischenräumen pflasterartig und nur mit sehr feinen und kurzen Wimpern besetzt sind. Durch die mikroskopische Untersuchung lebender Terebratulinen haben wir uns überzeugt, dass die Flimmerbewegung ebensowohl in den Oeffnungen als im ganzen Verlaufe der Röhren sehr lebhaft ist.

Das Nervensystem (Fig. 335, 336). — Nach van Bemmelen, dessen Beschreibung wir nichts beizufügen haben, präparirt man dieses System in der Weise, dass man die Arme und den Darm am Rande des Mundes abschneidet und die zwei perivisceralen Mantelblätter so ausbreitet, dass ihre innere Seite sichtbar wird. Das Präparat, von

Fig. 336.



Die Eingeweidewandung einer weiblichen Terebratula vitrea entkalkt und auf der Glasplatte ausgebreitet, nachdem man zuvor den Armapparat, den Darm und die ihm anhängenden Muskeln entfernt hatte. Das Ganze ist von der inneren Seite in schwacher Vergrösserung gesehen, welche derjenigen der vorstehenden Figur etwa entspricht. *a*, verticale Scheidewand der perivisceralen Höhlung, welche bei ihrem Ansatze an dem oberen Lappen abgeschnitten ist; a^1, dieselbe auf dem unteren Lappen; *b*, Ring von Bändern, welche um die Speiseröhre strahlenförmig angeordnet sind; *c*, durchgeschnittene Speiseröhre; *d*, Oeffnungen der perivisceralen Canäle der Arme in das Cölom; *e*, Fühlerwulst der Arme; *f*, oberflächlicher Armcanal; *g*, Einfügungsöffnungen der abgeschnittenen Fühler; *h*, Ringkragen der Arme; *i*, Contur der Genitalröhre; *k*, inneres Aufhängeband des Genitaltrichters; *m*, abgeschnittenes

dem wir eine halb schematische Zeichnung nach van Bemmelen in Fig. 336 geben, wurde nach dieser Methode angefertigt.

Das Unterschlundganglion (*i*, Fig. 335; *r*, Fig. 336) besteht aus zwei seitlichen Anhäufungen von Nervenzellen; letztere sind durch Fasern, welche sich in einem noch einige Nervenzellen enthaltenden Mittelknoten sammeln, in zusammenhängender Weise verbunden.

Auf der Bauchseite geht von jeder Seite dieses Ganglions ein dicker Nerv aus, welcher sich sofort theilt; der dickere Ast (*w*, Fig. 336) ist für das dorsale Mantelblatt bestimmt, während der dünnere (*x*) die Schlundcommissur bildet. Letztere krümmt sich um die Speiseröhre herum nach oben und giebt auf ihrem Verlaufe einen Zweig ab, welcher gegen die ventrale Wandung der Arme (*v*) verläuft. Die Commissur steht ausserdem noch gegen ihr vorderes Ende mit diesem Zweige in Verbindung.

An der Stelle der Commissur löst sich ausserdem vom Ganglion noch ein feiner Zweig (w^1) ab, welcher nach der benachbarten Wandung des Armes geht; er verläuft längs der Basis der Fühler und giebt an diese selbst Fasern ab.

Auf der hinteren oder dorsalen Seite des Ganglions lösen sich seitlich mehrere Nerven ab. Der stärkste (*z*) von ihnen geht nach den Schliessmuskeln, da, wo diese sich an die periviscerale Hülle anlegen. Er setzt sich auf der ventralen Klappe bis zum Stiel fort, in welchem er endigt.

Die anderen Nerven (*m n*) vertheilen sich in das ventrale Mantelblatt und geben einige Zweige ab, welche im ventralen Mesenterium ein Geflecht (*m p*) bilden, wie denn auch die Nerven der zwei Mantelblätter durch seitliche Aeste mit einander communiciren. Indem sie auf diese Weise Verzweigungen und Geflechte mit ziemlich weiten Maschen bilden, nähern sich die Mantelnerven dem Rande, um Nervenfasern nach den borstentragenden Follikeln und wahrscheinlich auch an das sensitive Epithelium des Randes abzugeben.

Die Nerven des Mantels und der Muskeln, welche wir soeben erwähnten, haben eine ähnliche Structur. Es sind meist abgeplattete Bänder, welche aus sehr feinen, leicht gewellten Fasern gebildet sind; zwischen den letzteren bleiben hier und da körnige Anhäufungen von Protoplasma, welche vielleicht Reste von Ganglienzellen sind.

ileoparietales Band; *l*, äusseres Band desselben; *n*, Genitalröhre, in *o* durchschnitten und mit reifen Eiern erfüllt; *p*, Ende des Eierstockes; *q*, Bläschen, welches Hancock als Nebenherz betrachtet; *r*, grosses Unterschlundganglion; *s*, Oberschlundganglion; s^1, Commissuren; *t*, vordere Armnerven; *u*, obere Armnerven; *v*, untere Armnerven; *w*, dorsale Mantelnerven; *x*, Commissuren beim Ausgang des Unterschlundganglions; *y*, ventrale Mantelnerven; *z*, Nerven der durchschnittenen Schliessmuskeln; *m n*, Aeste der ventralen Mantelnerven; *m p*, mesenterisches Geflecht (die Figur ist van Bemmelen entlehnt).

Anders verhält es sich mit den Armnerven. Von denselben entspringt einer, der untere Armnerv (*v*, Fig. 336), noch an der Commissur in der Nähe des Unterschlundganglions; die beiden anderen, der vordere Armnerv (*t*) und der obere Nerv (*s*) entspringen vom Oberschlundganglion, welches eher einer verdickten Quercommissur als einem eigentlichen Ganglion gleicht. Mit allen diesen Armnerven stehen nach van Bemmelen grosse Nervenzellen mit deutlichen Kernen und feinkörnigem Protoplasma in Verbindung, welche durch Fortsätze zwischen sich und mit den Nervenzellen communiciren. Letztere geben zahlreiche Aeste an das Epithel des oberflächlichen Armringes ab und die Fortsätze der Ganglienzellen bilden auf der Wandung des Armes mit diesen Aesten Geflechte, deren Maschen um so weiter werden, je mehr man sich vom Fühlerwulste entfernt. Der untere Armnerv löst sich sogar fast ganz in ein solches erweitertes Geflecht auf, in welchem man einen eigentlichen Nervenstamm nicht mehr unterscheiden kann. Diese Geflechte sind indessen nicht immer deutlich und ähneln sehr den Geflechten von verzweigten Bindegewebszellen.

Die Circulation. — Nach Hancock, dessen Beschreibung von seinen Nachfolgern wenig Veränderungen erfahren hat, liegt das Herz auf der Mittellinie beim Magen unmittelbar hinter dem Querbande; es springt etwas in die Eingeweidehöhle vor und zeigt im ausgedehnten Zustande dünne aber feste und undurchsichtige Wandungen, welche aus einer äusseren durchsichtigen, homogenen und einer inneren deutlich musculösen Schicht bestehen. Die innere einfächerige Höhlung wird von zahlreichen fleischigen Bälkchen durchsetzt. Im zusammengezogenen Zustande ist das Volumen des Organes bedeutend geringer.

Dieses Herz nimmt vorn einen weiten Blutcanal auf, welcher längs der Rückenfalte des Magens in dem Mesenterium verläuft und auf jeder Seite durch mehrere feine Oeffnungen mit dem Cölom communicirt. Das vordere Ende dieses Canals geht über die Speiseröhre nach vorn und theilt sich in zwei Seitenstämme, welche in ein System von weiten Lacunen münden, die um den Anfang des Darmes liegen. Dieser Canal führt zum Herzen und vertritt die Stelle einer grossen Körpervene.

Etwas hinter der Stelle, wo das Herz diesen Canal aufnimmt, treten auf den Seiten zwei seitliche Gefässe aus, welche an ihrem Ursprunge quer durch die Mittellinie vereinigt sind. Die Oeffnungen dieser Gefässe sind mit schliessmuskelartigen Klappen versehen. Diese zwei Arterienstämme sind mit den Magenwandungen verwachsen, laufen nach unten und theilen sich je in zwei Aeste. Der eine dieser Aeste richtet sich nach vorn gegen den unteren Rand des gastroparietalen Bandes, an welchem er entlang läuft, um sich nach dem dorsalen Ende der hinteren Schliessmuskeln zu begeben, wo er die innere Wand der

äusseren Mantelrinne nahe an seinem Ursprunge erreicht; er tritt hier in die Rinne der Genitalbänder ein, läuft auf dem Grunde der Aufhängefalte weiter und folgt dieser Falte bis in die letzten Verzweigungen der Genitalrinne. Etwas vor der Stelle, wo diese Genitalarterie das gastroparietale Band verlässt, scheint sie einen Zweig abzugeben, welcher einer häutigen Falte entlang geht, die längs der inneren Wandung der inneren Mantelrinne verläuft; es konnte aber dieser Ast nicht genügend bestimmt werden.

Die andere Arterie geht rückwärts an dem seitlichen Rande des ileoparietalen Bandes vorbei, läuft quer durch den geblätterten Theil des Genitaltrichters und spaltet sich in zwei Zweige, von denen der eine nach innen, der andere nach aussen geht. Der erste, welcher sich mit dem Zweige von der anderen Seite vereinigt, setzt sich längs dem freien Rande der Mesenterialfalte fort, die über die Dorsalseite des Darmes sich ausbreitet, und gelangt zur Basis des Stieles, wo er sich zu verzweigen scheint. Der äussere Zweig scheint mit dem Genitaltrichter verwachsen zu sein und erreicht so die vordere Wandung der perivisceralen Höhle. Er lässt sich herunter und gelangt zum Rande des Genitalbandes, wo er sich wieder in zwei Aeste spaltet, welche den äusseren und inneren Höhlen des Mantelblättchens entlang laufen, und vertheilt sich bei den Genitalorganen in derselben Weise, wie der oben beschriebene dorsale Ast.

An der Stelle, wo diese Genitalarterien sich theilen, findet man ein birnförmiges Bläschen, welches offenbar durch Verdickung der Wände der Genitalarterie gebildet ist; ähnliche kommen beim Anfang jeder dorsalen Genitalarterie vor. Diese vier Bläschen scheinen contractil zu sein und wären kleinere Nebenherzen mit sehr dünnen Wandungen. —

Wir haben vorgezogen, diese Beschreibung Hancock's fast wörtlich wiederzugeben; dagegen gehen wir nicht auf das ein, was er über das Lacunensystem sagt, welches nach seiner Ansicht die peripherische Partie des Kreislaufsystemes sowohl in den Armen als in dem Mantel bilden soll. Was die canalförmigen Lacunen betrifft, die sich zwischen den freien Mantelblättchen finden, so stimmen wir Hancock bei und haben sie in den Figuren 326 und 327 dargestellt. Obgleich wir sie aber, entgegen van Bemmelen, der sie leugnet, aufrecht erhalten, sind wir doch über den Ursprung dieser sehr unregelmässigen Lacunen, welche sich am Rande des Mantels zu einem diesem Rande nach parallel verlaufenden Sammelcanal vereinigen, noch lange nicht sicher. Wir wissen nicht genau, ob sie in dem Cölom entspringen; wir setzen aber voraus, dass diese Verbindung auf den Rändern dieser Höhlung statt habe, wo die Mantelblättchen sich ablösen und an die Schalen anlegen.

Hingegen stimmen wir mit van Bemmelen vollkommen überein, wenn er die über die Arme verlaufenden Gefässe leugnet, den

sogenannten Genitalarterien Hancock's die Röhrenstructur abstreitet und darauf beharrt, dass sie im ganzen Verlaufe gegen die Höhlen, wo die Genitalorgane sich entwickeln, offene Rinnen seien.

Am Schlusse seiner Abhandlung drückt sich van Bemmelen folgendermaassen aus: „Hier sollte eine Beschreibung der Bläschen und der Canäle folgen, welche Hancock als Circulationsorgane betrachtet. Allein ich bin über meine Präparate, welche diese Organe enthalten, noch nicht im Klaren und verschiebe daher meine Untersuchungen auf später."

Wir gestehen, dass wir nicht weiter gekommen sind als van Bemmelen. Wir nahmen sowohl das Herz, welches auf der Rückseite des Magens an den Ursprung des terminalen Cäcums (*m*, Fig. 333) befestigt ist, als auch die Nebenherzen, von denen wir eine Zeichnung nach van Bemmelen (*g*, Fig. 336) gegeben haben, sehr gut wahr; allein weder Schnitte noch Beobachtung lebender Terebratulinen konnten uns von dem Dasein von Arterien oder Venen und von der contractilen Natur dieser Bläschen überzeugen. Wir suchten vergebens Muskelfasern in ihren Wandungen; wir sahen darin nur einen verdickten Filz der Bindegewebsfasern, woraus die Bänder und Mesenterialfalten gebildet sind, welche die Organe in ihrer Lage erhalten.

Indem wir diese negativen Resultate mit denen vergleichen, welche Semper durch Beobachtung und Injection lebender Lingulen (siehe die Literatur) erhalten hat, schliessen wir, dass es bei den Brachiopoden keine eigentliche Circulation des Blutes mit einem contractilen Herzen als centralem Bewegungsorgan giebt, dass ferner die Bestimmung der centralen und seitlichen Bläschen als centrales und Nebenherzen, wie die Autoren nach Hancock annahmen, eine irrige ist und dass endlich in der That nur eine lacunäre Circulation der Ernährungsflüssigkeit existirt, welche von dem Cölom als centralem Behälter abhängt.

Das Cölom, in welchem die Organe schwimmen, wird durch die doppelten Lamellen des Mantels gestaltet, welche seine äusseren Wandungen zwischen dem Schloss einerseits und den Armen andererseits bilden. Die äussere Lamelle, welche sich an die Klappen anlegt, und durch die Muskelbänder befestigt ist, biegt sich nach innen über die Basis des Stieles, über die Ränder zwischen den Klappen und über die Basis der Arme, um die innere Lamelle zu bilden. Letztere krümmt sich wieder über die inneren Organe und bildet zwei unvollständige innere Scheidewände, das verticale (gastroparietale) und quere (oder ileoparietale) Band. Das erstere befestigt sich nur an dem Darm, das zweite auch an die trichterförmigen Oeffnungen der Genitalcanäle. Der Darm mit seinen Anhängen wird ebenso von einer Mesenterialscheide umhüllt, welche sich namentlich um den Magen, die Speiseröhre und den Blindsack des Darmes verdickt. Der so gebildete Sack gleicht durch

seine allgemeine Anordnung dem Bauchfell und dem Mesenterium der höheren Thiere; er ist, wie Hancock sehr gut sagt, nur von den zwei äusseren Oeffnungen der Genitaltrichter durchbohrt, da man den Mund, auf dessen inneren Rändern sich die mesenterische Hülle über die Basis der Arme zurückbiegt, nicht als Oeffnung betrachten kann. Dagegen finden sich zahlreiche Ausstülpungen, welche zwischen den Blättern dieser Mesenterialgebilde Höhlen, Canäle und Lacunen gestalten, von denen die einen die Schläuche für die Genitalien, die anderen die sogenannten Herzen, die Gefässcanäle für den Mantel und die perivisceralen Canäle der Arme bilden, welche durch zwei Oeffnungen in das Cölom münden und sich in die Fühler fortsetzen.

Die Flüssigkeit wird auf dieser ganzen Strecke nach Semper durch ein Flimmerepithel in Bewegung gesetzt, welches die ganze innere Fläche der perivisceralen Höhlung, und was dazu gehört, auskleidet. Contractionen hat Semper ebenso wenig wie wir wahrgenommen; allein er hat constatirt, dass die Umlaufbewegung sich sogar in abgeschnittenen Mantellappen fortsetzt, wo sich in den grossen Canälen Flimmerzellen befinden. Dagegen vermochte Semper die Wimperhaare, welche ohne Zweifel ausserordentlich fein sind, nicht mit Sicherheit wahrzunehmen.

Die Umlaufbewegung ginge also nach diesen Beobachtungen von der perivisceralen Höhlung in die erwähnten verschiedenen Fortsätze und würde in derselben Weise in das Cölom zurückkehren.

Die Testicardinen, zu welchen unsere typische Species gehört, variiren, was die allgemeinen Züge ihrer Organisation betrifft, sehr wenig. Die Unterschiede beziehen sich namentlich auf die Schale, welche bei den *Rhynchonelliden* nicht porös ist, auf die Entwicklung der Arme, von denen die äusseren nur bei eben denselben entwickelt und in wirbelförmige Spiralen aufgerollt sind, und endlich auf die Genitalorgane, die bei den verschiedenen Arten ziemlich verschieden, aber immer nach demselben Plane gebildet sind. Wir müssen indessen auf die Verdoppelung der Genitaltrichter aufmerksam machen, deren man bei *Rhynchonella psittacea* vier, je zwei auf einer Seite, zählt. Diese Verdoppelung bietet einige Schwierigkeiten, wenn man die Trichter als segmentale Organe betrachtet, welche der Leitung der Geschlechtsproducte angepasst sind; denn bei den übrigen Thieren kennen wir kaum eine ähnliche Verdoppelung. Die Erklärung ist um so schwieriger, weil eines dieser Paare ventral, das andere dorsal ist. Da die bekannten Larven der Brachiopoden aus mehreren Segmenten zusammengesetzt sind, könnte man streng genommen diese Anordnung als das Resultat eines Uebergleitens oder einer Einschiebung der Segmente in einander auffassen; allein in diesem Falle hätte man keine Erklärung dafür, dass eine solche Organisation nur bei den Rhynchonellen und nicht auch bei den Terebratuliden vorkommt.

Die Armlosen stimmen mit den Testicardinen durch den Besitz eines Schlosses und nach demselben Plane geordneter Muskeln, wie auch durch blinde Endigung des Darmes überein. Dagegen weichen sie von jenen insofern wesentlich ab, als bei ihnen im reifen Alter (im Larvenzustande nicht) die Borsten fehlen und die Arme gänzlich verschwunden sind, indem die

Fühler auf den vorspringenden Falten des Mantels selbst stehen. Die Genitaltrichter sind in ihrem mittleren Theile zu Bruttaschen umgebildet, welche die Eier aufnehmen, die aus einem sackförmigen, unverzweigten und zwischen den Lamellen des Mantels abgeplatteten Eierstock in das Cölom fallen. Das Ei befestigt sich durch Bindefasern an die Wandungen der Bruttasche und durchläuft hier die Stadien, welche es zur Form einer segmentirten, schwimmenden Larve führen. Der Eierstock ist nur auf der Rückenseite des Mantels entwickelt, während die Trichter und die Bruttasche sich auf der Bauchseite befinden. Da einige neuere Beobachter, Schulgin und Shipley, keine männlichen *Argiopen* getroffen haben, so fügen wir bei, dass wir die Beobachtungen Kovalewsky's in dieser Hinsicht nur bestätigen können und dass wir die Hoden an derselben Stelle wie die Eierstöcke fanden, wo sie eine voluminöse, durch vereinzelte Pigmentkörperchen stark roth gefärbte Traube bildeten, aus der die stecknadelförmigen Zoospermen ausbrechen.

Es ist richtig, dass man zwischen den Armlosen und den Testicardinen Uebergangsformen constatiren kann. So finden wir bei Thecidea, welche Lacaze-Duthiers studirt hat, keine Borsten, wohl aber sind die an die Schalen befestigten Arme beträchtlich reducirt und die Genitalorgane nach dem Typus derjenigen von Argiope gestaltet.

Die Ecardinen bieten die grössten Unterschiede. Die schlosslosen Schalen sind aus abwechselnden hornigen und kalkigen Schichten gebildet, die ersteren stärker bei *Lingula*, die letzteren bei *Crania* und *Discina*. Der Stiel zeigt im Inneren eine musculöse Röhre; dieselbe ist sehr entwickelt bei der frei lebenden *Lingula*, welche mittelst dieses Organes den Sand durchwühlt, dagegen schwach bei den anderen, die befestigt sind. Infolge dieser Lagerung bieten die Muskeln eine sehr verschiedene Anordnung, über deren Einzelheiten man die Autoren zu Rathe ziehen muss. Der Mantel zeigt sehr starke gegen einander gedrängte Borsten; die Lacunen sind in ihm ausserordentlich entwickelt und aufgeblasen. Die Arme zeigen weder Skelett noch Kalkspiesschen; sie bestehen aus zwei Röhren, welche getrennt in die Eingeweidekammer münden. Der Darm ist sehr lang, fast überall von gleicher Dicke, mehrfach gewunden und endigt in ein Rectum, welches durch einen zwischen den Klappen auf dem rechten Rande gelegenen After nach aussen mündet. Streng genommen kann man eine linsenförmige Magenerweiterung unterscheiden. Die Leberblindsäcke sind klein und in Läppchen vereinigt, so dass dieses Organ eher die Form einer Drüse hat, welche durch einen Canal in den Anfang des Magens mündet. Die Genitalorgane liegen nicht im Mantel, wie bei den anderen, sondern in dem Cölom selbst, wo sie die Leber umgeben und das Aussehen einer dichten Drüse zeigen. Die Genitaltrichter dehnen sich leicht gekrümmt längs den seitlichen Wandungen der Eingeweidekammer aus und münden durch zwei weite gefaltete Trichteröffnungen in dem Cölom.

Bekanntlich entwickeln sich die Brachiopoden aus schwimmenden wimpernden Larven, welche mit Borsten und Augenflecken versehen sind und eine grosse Aehnlichkeit mit den Larven gewisser Anneliden zeigen. Wir verweisen über diesen Punkt auf die Arbeiten von Kovalewsky, Morse und Brooks (s. Literatur).

Wir glauben, dass man vorläufig die Brachiopoden als einen besonderen Stamm betrachten muss, der einerseits Beziehungen zu den Bryozoen, andererseits zu den Chätognathen und Chätopoden zeigt, die aber alle nicht genügen, um sie definitiv dem einen oder anderen dieser Typen anzureihen. Wir stimmen also mit Shipley überein, der sie als ein besonderes Phylum, und zwar als eines der ältesten und unveränderlichsten betrachtet, weil gewisse Gattungen wie Lingula schon in den ältesten Schichten

des cambrischen Systemes vorkommen. Wir müssen beifügen, dass Lingula unter den Gliedern dieser Classe auch die grössten Annäherungen zu den Bryozoen und den Anneliden zeigt und dass die Armlosen demnach Stufen der Entartung anzuzeigen scheinen.

Literatur. G. Cuvier, *Mémoire sur l'anatomie de la Lingule. Bullet. Soc. philomatique* I, 1797. *Mémoires pour servir à l'hist. des Mollusques*, No. 21. — R. Owen, *On the anatomy of the Brachiopoda. Transact. Zoolog. Soc.*, London, Tom. I, 1835. *Ann. Scienc. natur.*, Tom. III, 1835. — Ders., *Lettre sur l'appareil de circulation chez les Mollusques de la classe des Brachiopodes. Ann. Sc. nat.*, 3e série, Tom. III, 1845. — C. Vogt, Anatomie der *Lingula anatina*. Neue Denkschr. d. schweizer. Gesellsch. f. Naturwissenschaften, Bd. VII, 1845. — F. Davidson, W. Carpenter and R. Owen, *Introduct. to the classif. of Brachiopodo. British palaeontol. Soc.*, 1853. — P. Gratiolet, *Recherches sur l'anatomie de la Térébratule australe. Comptes rendus*, 1853. — Ders., *Mémoire étendu sur le même sujet. Journal de Conchyliologie*, 2e série, Tom. II, 1857. — Ders., *Études anatom. sur la Lingule anatine*, ibid., 3e série, Tom. IV, 1860. — F. H. Huxley, *Contributions to the anatomy of the Brachiopoda. Annal. and Magaz. of Nat. Hist.*, 2e série, Tom. XIV, 1854. — Ders., *Note to a paper entilled, etc.*, ibid., Tom. XV, 1855. — A. Hancock, *On the Organisation of the Brachiopoda*, *Ann. and Magaz. Nat. History*, 2e série, Tom. XX, 1857. — Ders., id., *Philosoph. Transactions*, Tom. CXLVII, part. II, 1858. — H. Lacaze-Duthiers, *Histoire de la Thécidie. Ann. Sc. natur.* 4e série, Tom. XV, 1861. — C. Semper, Reisebericht. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XI, 1862. — E. S. Morse, *On the early stages of Terebratulina septentrionalis. Americ. Journ. of Scienc. and Arts*, 2e série, Tom. XLIX, 1870, 1871. — Ders., *The Brachiopoda a division of Annelida. Proc. Boston Soc. Nat. Hist.* 1870. *Americ. Journ. Scienc. Arts*, 2e série, Tom. L. — Ders., *On the embryologie of Terebratulina septentrionalis. Mem. Boston Soc. Nat. Hist.*, Tom. II, 1873. — W. King, *On some characters of Lingula anatina. Ann. Magaz. Nat. Hist.*, 4e série, Tom. XII, 1873. — E. Ray-Lankester, *Summary of zoological observations made at Naples. Ann. Mag. Nat. Hist.*, 4e Serie, Tom. XII. — A. Kovalewsky, Ueber die Entwicklung der Brachiopoden (russisch; Moskau, 1874). Französ. Uebersetzung: *Arch. Zool. expériment*, 2e série, Tom. I, 1883. — W. K. Brooks, *On the development of Lingula. Cheasapeake Zool. Laborat. scientif. results*, 1878. *Arch. Zool. expériment.*, Tom. VIII, 1879—80. — J. F. van Bemmelen, Untersuchungen über den anatomischen und histologischen Bau der *Brachiopoda Testicardinia*. Jenaer Zeitschr., Bd. XVI, 1883. — A. E. Shipley, *On the structure and development of Argiope*. Mittheil. Zool. Station, Neapel, Bd. IV, 1883. — M. A. Schulgin, *Argiope Kovalewskii*. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. XLI, 1884. — Beyer, *Histology of Lingula. Americ. Monthl. Microscop. Journ.*, Tom. V, 1884. — Joubin, *Sur les organes digestifs et reproducteurs chez les Brachiopodes du genre Crania. Comptes rendus*, Tom. XCIX, 1884.

Kreis der Mollusken (Weichthiere).

Wie ihr Name es schon andeutet, ist das Körpertegument der Mollusken gewöhnlich weich; es ist meistens durch eine harte Schale geschützt, welche von den in der Dicke des Tegumentes gelagerten Drüsen abgesondert wird. Diese, meist aus kohlensaurem Kalk bestehende Hülle bildet die bald ein-, bald zweiklappige Schale, die bisweilen in der Haut selbst eingebettet ist, während in den meisten Fällen die unter der Schale gelegene Haut sich um das Thier herumschlägt und so den sogenannten Mantel bildet.

Ursprünglich besitzen alle Mollusken eine bilaterale, symmetrische Form. Man kann bei ihnen eine Rückenfläche unterscheiden, wo das Herz sich befindet, und eine durch die Muskelmasse des Fusses eingenommene Bauchfläche. Ausnahmsweise zeigen sie, wie in der Gattung Chiton z. B., eine Art von äusserlicher Gliederung. Das Nervensystem besteht aus zwei oder drei Ganglienpaaren, aus welchen zahlreiche Nerven sowie Commissuren entspringen, welche einen ursprünglich doppelten Nervenring bilden. Die Sinnesorgane, wenig zahlreich und äusserst einfach bei den niederen Typen, erreichen bei den höher entwickelten Weichthieren eine sehr complicirte Bildung. Das Auge eines Cephalopoden z. B. steht kaum hinter dem eines Säugethieres zurück.

Die Mollusken besitzen durchweg einen vollständigen Darmcanal mit einer umfangreichen Verdauungsdrüse, der sogenannten Leber, deren Function sich mehr dem Pankreas der höheren Thiere nähert. Der Mund ist öfters mit zur Zerkleinerung der Nahrungsmittel dienenden chitinösen oder hornartigen Theilen bewaffnet.

Das Gefässsystem ist unvollständig; Blutserum stets vorhanden. Das Blut wird durch ein nur in sehr wenigen Fällen fehlendes, rückenständiges Herz in Bewegung gesetzt, welches das Blut direct von den Athmungsorganen empfängt. Das Herz ist also arteriell. Die Athmung erfolgt entweder durch Kiemen, häutige Faltungen der Körperhülle, oder durch sogenannte Lungen, welche von Duplicaturen des Mantels gebildet werden, die einen mit Luft gefüllten Raum umschliessen, dessen Wände reich mit Blutgefässen versehen sind. Absonderungsorgane, Nieren oder Bojanus'sche Organe genannt, sind stets vorhanden, aber bei den verschiedenen Classen in sehr verschiedener Weise ausgebildet.

Die Fortpflanzung ist durchweg geschlechtlich; die Thiere sind entweder Hermaphroditen oder getrennten Geschlechtes. Die neugeborenen Jungen durchlaufen öfters complicirte Metamorphosen; die

Larven sind grösstentheils mit einer grossen, mit Wimpern besetzten Hautausbreitung, dem sogenannten Velum, versehen, welches als Schwimmorgan fungirt. Dieses Segel entspringt über dem Munde. Manchmal ist es in mehrere Läppchen getheilt, stets aber von Wimpern umsäumt.

Neuerdings theilt man die Mollusken in fünf Classen:

1. Die Blattkiemer (*Lamellibranchia*), Muschelthiere oder Acephalen, deren zweilappiger Mantel eine aus zwei Klappen bestehende Schale absondert, die gewöhnlich durch ein rückenständiges Ligament verbunden sind, welches dazu dient, sie von einander zu entfernen, während sie durch die Wirkung eines (Monomyarier) oder zweier (Dimyarier) Schliessmuskeln genähert werden. Ihr Name kommt daher, dass sich ihre Kiemen in Form von Blättern zwischen Körper und Mantel erstrecken, und dass sie nie einen gesonderten Kopf besitzen. Ihr Mund ist unbewaffnet. Sie sind meistens eingeschlechtig.

2. Die Scaphopoden zeichnen sich durch ihre an beiden Enden geöffnete cylindrische Schale, wie durch den ebenso gebildeten Mantel aus; sie besitzen weder ein Herz noch einen deutlichen Kopf, wohl aber eine Mundbewaffnung und einen dreilappigen Fuss. Sie sind eingeschlechtig.

3. Die Gasteropoden, deren einfache Schale napfförmig oder spiralig gewunden ist. Der Kopf ist abgesondert, der Mund bewaffnet, der Mantel nicht getheilt und der Fuss gewöhnlich sehr entwickelt. Sie sind entweder eingeschlechtig (Heteropoden und die meisten Prosobranchier) oder Hermaphroditen (Opisthobranchier und Lungenschnecken).

4. Die Pteropoden, deren Fuss durch zwei grosse flügelförmige Flossen, daher der Name, gebildet ist. Mantel verschiedenartig, Mund bewaffnet. Hermaphroditen.

5. Die Cephalopoden. Ihre Schale, wenn vorhanden, befindet sich innerlich (ausgenommen bei den Gattungen Nautilus und Spirula). Ihr Fuss ist in einen Trichter umgewandelt, durch welchen das die Kiemen umspülende Athemwasser ausgestossen wird. Der abgesonderte Kopf besitzt zwei grosse Augen und ist kreisförmig von meistens mit Saugnäpfen bewaffneten Armen umstellt.

Classe der Blattkiemer oder Muschelthiere (*Lamellibranchia*).

Die Blattkiemer bieten in ihrem Ganzen eine ziemlich grosse Einförmigkeit der Structur dar. Es sind die einfachsten Thiere unter den Mollusken. Gewisse Systeme, das Nervensystem und die Sinnesorgane besonders, sind bei ihnen sehr wenig entwickelt.

Ihr Körper, von einer zweilappigen Schale umhüllt, ist seitlich zusammengedrückt. Der zweilappige Mantel ist bald gänzlich frei auf der Bauchseite (integropalleal), bald auf einer mehr oder wenig längeren Strecke zusammengeheftet (sinupalleal). Im letzteren Falle besitzt er stets an seinem hinteren Rande eine doppelte Spalte, durch welche das Athemwasser ein- und ausströmt, und an seinem vorderen Rande eine Oeffnung, durch welche der Fuss sich ausstrecken kann. Die hinteren Oeffnungen verlängern sich oft zu einer musculösen Röhre, der Sipho genannt, welche doppelt oder von zwei Canälen gebildet ist.

Auf diese Weise umhüllt der Mantel den weichen und stets äusserst contractilen Körper, welcher fast immer an seinem unteren Theile einen musculösen Fuss besitzt, mittelst dessen sich das Thier bewegt. Manchmal trifft man an der Basis des Fusses eine Drüse, die eine besondere Substanz absondert, welche zum Fixiren an die Felsen dient, oder das Thier in Art eines Nestes umgiebt. Sie wird die Byssusdrüse genannt.

Zwischen der Körpermasse und dem Mantel befinden sich gewöhnlich zwei Kiemenpaare, die meist blattartig, selten fadenförmig sind. Der Verdauungscanal ist vollständig; das Gefässsystem führt immer die Nahrungsflüssigkeit in mehr oder weniger grosse lückenartige Räume. Alle Blattkiemer besitzen ein Absonderungsorgan, welches von dem Anatomen, der es zuerst beschrieb, den Namen der Bojanus'schen Drüse trägt. Die meisten sind getrennten Geschlechtes und legen Eier.

Die Zoologen theilen sie in zwei Ordnungen:

1. Ordnung. Die Asiphoniaten, welche alle Blattkiemer umfassen, deren Mantel an der Bauchseite frei sich entfaltet und keine Siphonen am hinteren Rande besitzt.

Beispiele: *Ostrea*, *Mytilus*, *Arca*, *Anodonta*.

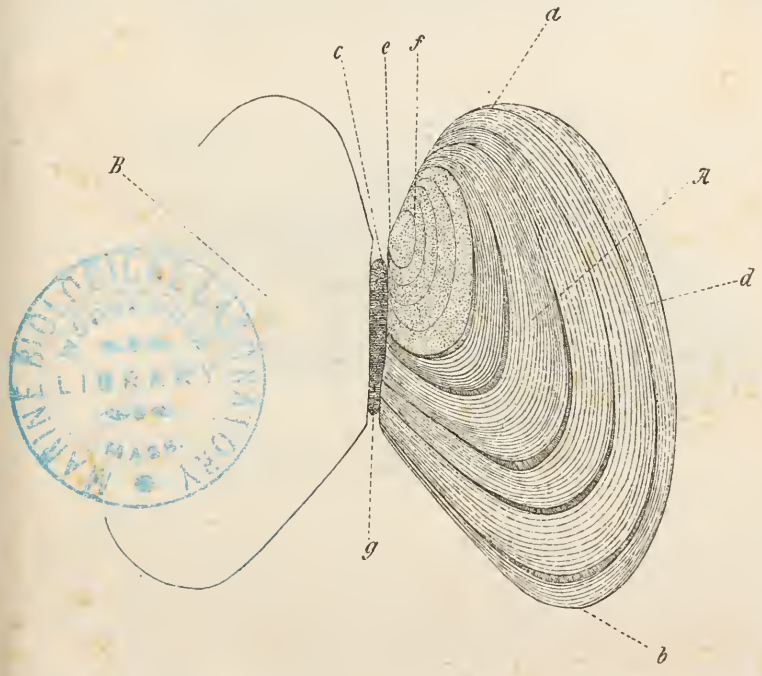
2. Ordnung. Die Siphoniaten, zu denen diejenigen gehören, deren Mantel theilweise verwachsen ist. Das zu den Kiemen geführte Wasser fliesst durch ein oder zwei röhrenartige Siphonen.

Beispiele: *Cardium*, *Cyclas*, *Venus*, *Mya*, *Solen*.

Typus: *Anodonta anatina* (L.). — Allgemein Entenmuschel oder Malermuschel genannt. Die Anodonten sind Asiphoniaten und Dimyarier. Ihre Schale ist gleichschalig und ungleichseitig, das heisst, dass die zwei Schalen wohl gleich sind, aber nicht durch eine auf ihrer grossen Achse senkrechte Ebene in zwei symmetrische Hälften getheilt werden können. Man trifft sie überall in Europa, in den süssen Gewässern mit sandigem Boden. Da ein Jeder sich das Thier mit Leichtigkeit verschaffen kann, wählen wir es als Typus. Uebrigens unterscheiden sich die verschiedenen Gattungen und Varietäten der Gattung *Anodonta* nur durch Grösse, Gestalt und Farbe der Schale, so dass

unsere nachstehende anatomische Beschreibung auf alle angewendet werden kann. *Anodonta cygnea* lebt in Teichen und erreicht manchmal 20 cm Länge auf 12 cm Breite; *Anodonta cellensis*, die sich auf schlammigem Grunde hält, wird bis 16 cm lang, *Anodonta anatina* ist durchschnittlich um die Hälfte kleiner. Die Exemplare, die wir zu unserer Untersuchung benutzt haben, stammen vom Gebiete des Genfer Sees und der angrenzenden Bäche her. Das Thier gräbt sich schräg in den Sand ein, so dass sein Hinterrand (Fig. 340) über den Grund hervorragt, um das Wasser ein- und austreten zu lassen.

Fig. 337.



Anodonta anatina. — Die Schale von der äusseren Seite aus gesehen. Die rechte Klappe ist allein gezeichnet worden. *A*, rechte Klappe. *B*, linke Klappe. *a*, vorderer oder Mundrand; *b*, hinterer oder Afterrand; *c*, oberer oder Schlossrand; *d*, unterer oder Mantelrand; *e*, Apex; *f*, Rand der embryonalen Schale; *g*, Schlossband. Natürliche Grösse.

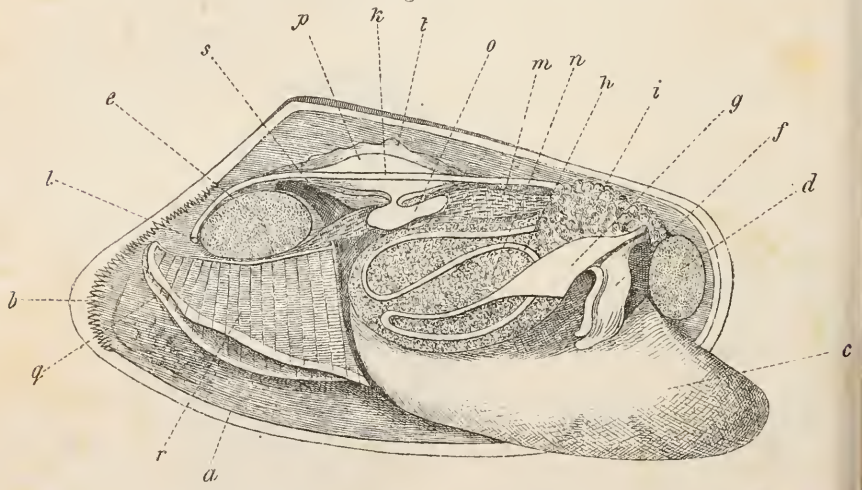
Die Schale öffnet sich, um den pflugscharähnlichen Fuss durchtreten zu lassen, mit welchem das Thier Furchen in dem Sande zieht, wenn es den Ort wechselt. Sie ist einfach und das Schloss zahnlos, was uns erlaubt, sie von der Schale der verwandten Gattung *Unio* zu unterscheiden.

Man bemerkt bei der Entenmuschel einen vorderen breiten und abgerundeten Mundrand (*a*, Fig. 337 a. v. S.), einen etwas längeren, als der vorhergehende, hinteren oder Afterrand (*b*), einen geraden oberen Schloss- oder Rückenrand (*c*) und einen unteren, mehr oder weniger gebogenen Mantel- oder Bauchrand (*d*). Der höchste Punkt (*e*), welcher der kleinen Schale der jungen Muschel entspricht, wird der Scheitel (*apex*) genannt.

Zur Orientirung des Thieres stellt man den Mund nach vorn, den After nach hinten; das die zwei Schalen vereinigende Schlossband (*g*) nach oben und die Mantelspalte nach unten.

Allgemeine Lagerung der Organe (Fig. 338). — Die allgemeine Körperform von *Anodonta* ist, von der Seite gesehen, eiförmig.

Fig. 338.

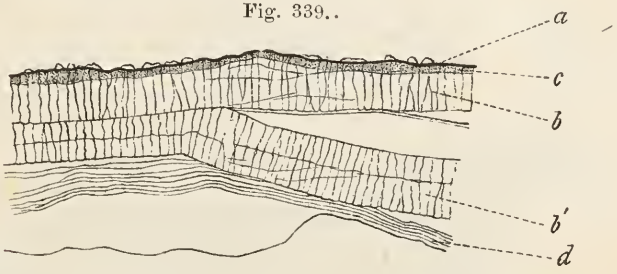


Anodonta anatina. — Allgemeine Ansicht der Organe. Die Schalenklappe, das Mantelblatt und die Kiemenlamellen der rechten Seite sind weggenommen. Ausserdem hat man den Herzbeutel gespalten, um das Herz zu zeigen, und die Organe theilweise abgetragen, um die Schlingen des Darms bloss zu legen. *a*, freier Rand des Mantels; *b*, Hinterrand des Mantels, die warzenförmigen Tentakeln tragend; *c*, Fuss; *d*, vorderer Schliessmuskel; *e*, hinterer Schliessmuskel; *f*, Lippentaster; *g*, Magen; *h*, der in der Genitalmasse aufgewundene Darm (die Zeichnung des letzteren ist etwas schematisirt); *i*, Leber; *k*, Rectum, den Herzventrikel durchbohrend; *l*, After; *m*, braunes Bojanus'sches Organ; *n*, Genitaldrüsen; *o*, rechte Vorkammer; *p*, Ventrikel; *q*, äusseres linkes Kiemenblatt; *r*, inneres Kiemenblatt; *s*, Anheftungsmuskel des Körpers an den hinteren Schliessmuskel; *t*, Höhle des Herzbeutels. Natürliche Grösse.

Die durch einen kräftigen Muskel (*s*) der Schale angeheftete und von einem sehnigen Gewebe umhüllte Körpermasse ist von einer Haut und von subcutanen Muskeln umgeben; sie umfasst die Leber (*i*), die Genitaldrüsen (*n*), in denen der mehrfach gewundene Darm (*h*) eingeschlossen ist und an ihrem Untertheil den Fuss, dessen Ansehen sehr veränderlich ist. Im Zustande der Ausdehnung gleicht er einer Pflug-

schar. Um zur Körpermasse zu gelangen, nimmt man die rechte Schalenklappe des Gehäuses ab, nachdem die Schliessmuskeln *d* und *e* durchschnitten worden sind. Unmittelbar unter der Schale befindet sich die der Schalenklappe entsprechende, in der Figur nicht sichtbare Lamelle des Mantels, und dann die zwei Kiemenlamellen, welche man ebenfalls wegnimmt. Oben befindet sich das vom Pericardium (*i*) umhüllte und durch das Rectum (*k*) durchsetzte Herz (*p*). Zwischen Herz und Körpermasse sieht man eine braune Masse, das Bojanus'sche Organ. Unterhalb des Mantels, und mit ihm im Zusammenhange findet man zwei kleine häutige Lamellen, die Lippenpalpen (*f*), über welchen ein kleiner gelblicher Punkt den Platz des rechten Mundganglions bezeichnet. Uebrigens wird die genaue Untersuchung der Figuren 338 und 355 die Orientirung erleichtern.

Fig. 339..



Anodonta anatina. — Querschnitt durch die zuvor in schwacher Salpetersäure entkalkte Schale. *Cam. luc.* Leitz, Oc. 1, Obj. 1. *a*, Oberhäutchen oder Periostracum; *b*, *b'*, Prismenschichten; *c*, granulöse Pigmentschicht unmittelbar unterhalb des Oberhäutchens; *d*, lamellöse Perlmutterschicht, welche unmittelbar dem Epithelium des Mantels, das nicht gezeichnet wurde, aufliegt.

Schale. — Auf der äusseren Seite zeigen sich dem Schalenrande parallele Linien (*A*, Fig. 337), die Anwachsstreifen. Auf der inneren Fläche einer jeden Klappe bemerkt man die Eindrücke, welche durch die Ansätze der quer durch den Körper von einer Schale zur anderen gehenden Schliessmuskeln, sowie eine Linie, welche den Rand des Mantels bezeichnet. Die beiden Klappen sind am Schlossrande durch ein äusseres Ligament verbunden (*g*, Fig. 337), welches durch seine Elasticität dazu dient, die Klappen offen zu halten; die Schliessmuskeln sind seine Antagonisten.

Um die Structur der Schale kennen zu lernen, muss man Fragmente derselben durch längere Behandlung mit Chromsäure entkalken. Diese Fragmente werden dann mit Pikrocarmin gefärbt und in Paraffin geschnitten.

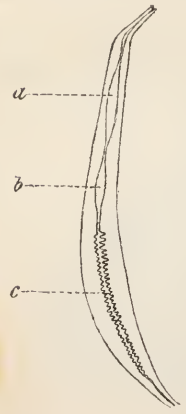
Alsdann unterscheidet man ein hornartiges, bräunliches Oberhäutchen (*periostracum*), welches sich manchmal bei alten Individuen ablöst (*a*, Fig. 339). Auf der unteren Seite desselben erstreckt sich eine

Pigmentschicht (*c*), dann eine oder mehrere über einander gelagerte Prismenschichten, endlich eine blätterige Schicht, aus einer grossen Anzahl feiner Lamellen (*d*) bestehend, welche, mit blossem Auge gesehen, ein perlmutterartiges Aussehen besitzt, das von den ihre Oberfläche durchstreichenden sehr feinen wellenartigen Streifen herrührt. Diese letztere Schicht steht mit dem Mantelepithelium in unmittelbarer Berührung.

Für die mannigfaltigen Einzelheiten dieser Structur und für die Entstehungsart der Schale verweisen wir auf die Arbeit von Felix Müller (siehe Literatur).

Die Schale haftet dem Mantel an mehreren Orten an, namentlich längs dem Schlossbande, längs einer dem Mantelrande parallel laufenden Linie und um die Ansätze der Schliessmuskeln. Um das Thier herauszuziehen, hält man mit dem Daumen die zwei Klappen aus einander und trennt mittelst eines Scalpellstieles den Mantel sorgfältig von seinen Anheftungspunkten. Alsdann schneidet man die Schliessmuskeln so nahe wie möglich an der Schale durch und fixirt mit am Mantelrande aufgesteckten Nadeln den Körper.

Fig. 340.



Anodonta anatina. — Ansicht des Hinterrandes mit halbgeöffneten Klappen, die Ausgangs- *a* und Eingangs- *b* Oeffnung zwischen den Mantellappen zeigend; *c*, Tastwarzen des Mantels.

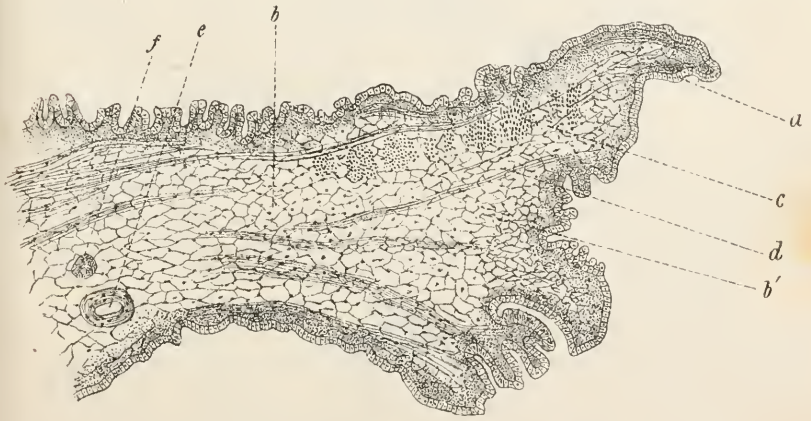
Mantel. — Mit diesem Namen wird die halbdurchsichtige häutige Decke, welche das Thier unmittelbar unter der Schale umhüllt, bezeichnet. Man unterscheidet zwei auf dem Rückenrande vereinigte Blätter (*a*, Fig. 338 und *c*, Fig. 355), deren Bauchränder vollständig frei und besonders am hinteren Rande verdickt sind, wo sich die conischen Papillen (*b*, Fig. 338; *f*, Fig. 355) befinden, von denen wir später wieder sprechen werden.

Wenn der Fuss zurückgezogen ist, legen sich die beiden wulstartig verdickten Mantelränder an einander, so dass das Thier wie von einer Scheide umgeben ist, deren einzige Oeffnung am Hinterrande (*a*, *b*, Fig. 340) sich befindet und das Athemwasser durchlässt, dessen Bewegung durch die Thätigkeit der Wimpern, womit die Kiemenblätter bedeckt sind, unterhalten wird. Mit Leichtigkeit kann man bei dem lebenden Thiere die beiden senkrechten Spalten bemerken, durch welche dieses Wasser fliesst; die obere oder Afterspalte dient zum Austritte, die untere oder Kiemenspalte zum Eintritte. Das Mantelblättchen spaltet sich nach vornhin (*c*, Fig. 347), um den vorderen Kiemenrand einzuschliessen. Es besteht aus einem lockeren Bindegewebe mit grossen Zellen, deren Kerne sich mit Carmin lebhaft färben. Dieses Bindegewebe wird schwammig am Schlossrande, wo es sich genau dem Ligamente anschmiegt (*a*, Fig. 347 und 358).

Die 24 Stunden nach dem Tode noch anhaltende Contractilität des Mantels rührt von zahlreichen feinen Muskelbündeln her, die ihn parallel seinen Flächen in allen Richtungen durchstreifen (*c*, *d*, Fig. 341). Ausserdem ist der Mantel von einer zusammenhängenden Schicht von Wimperzellen bedeckt, deren Kern sehr deutlich hervortritt (*a*, Fig. 341).

Präparation. — Die Zusammenziehbarkeit der Gewebe bei *Anodonta* erschwert die Zergliederung im frischen Zustande ungemein. Andererseits sind die in Alkohol getödteten Thiere äusserst zusammengezogen. Deswegen versuchten wir sie im Zustande ihrer grössten Ausdehnung zu tödten. Das uns am besten gelungene Verfahren besteht einfach darin, das Thier in eine ein- bis zweiprocentige Lösung von Chloral zu tauchen. Nach 24 Stunden ist es gänzlich unbeweglich und der Fuss vollständig ausgedehnt. Schnittserien in Paraffin auf das ganze von seiner Schale abgelöste Thier, welches in

Fig. 341.



Anodonta anatina. — Senkrechter Querschnitt des Mantels an seinem Vordertheile. *Cam. luc.* Leitz, Oc. 1, Obj. 5. *a*, cylindrisches Epithelium; *b*, lockeres, am Rande bei *b'* dichteres Bindegewebe; *c*, Längsmuskelbündel; *d*, Quermuskelbündel; *e*, Blutgefäss; *f*, der grosse Mantelnerv, durchschnitten.

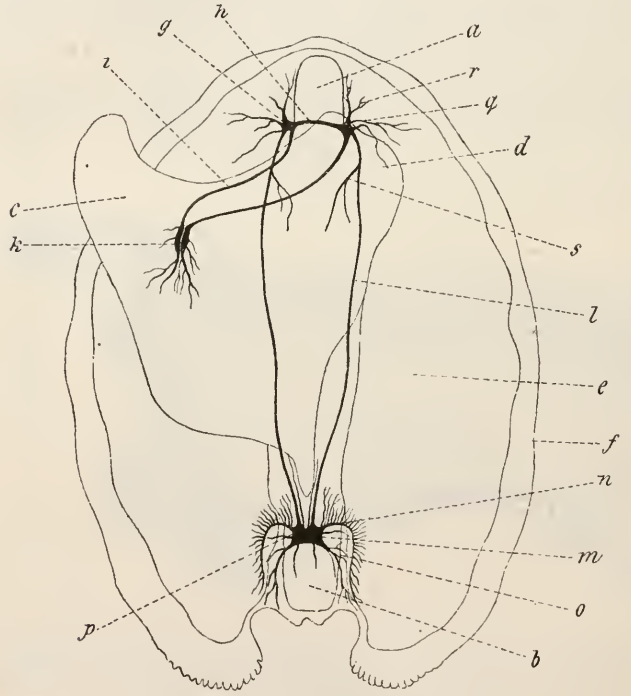
Sublimat fixirt, in absolutem Alkohol gehärtet und in toto gefärbt war, haben uns ebenfalls gute Resultate gegeben. Selbstverständlich muss man dazu kleinere Exemplare auswählen. Uebrigens kann man von einzelnen Organen oder auch vom Rückenrande des Thieres, z. B. zum Studium der Bojanus'schen Drüse, Schnitte machen.

Nervensystem. — Das Centralnervensystem bei *Anodonta* ist sehr einfach. Es besteht aus drei, durch lange und dünne Commisuren verbundenen Ganglienpaaren (*g*, *k*, *m*, Fig. 342 a. f. S.), deren Präparation im Ganzen etwas schwierig ist. Das beste ist, dieselbe an frisch getödteten,

oder in einer grossen Quantität Chromsäure zu 1 pro 200 fixirten Thieren vorzunehmen.

Sobald die Schalen entfernt worden sind, sieht man auf jeder Seite des Mundes, oberhalb und auf der hinteren Seite der Lippenpalpen, ein kleines, oberflächliches, dreieckiges und an seiner gelben Farbe leicht erkennbares Ganglion. Es sind dies die Mundganglien (*g*), die durch eine kurze, quer oberhalb des Mundes durchgehende Commissur (*h*) verbunden sind.

Fig. 342.



Anodonta anatina. — Nervensystem. Die hauptsächlichsten Organe sind durch Umrisse angegeben. *a*, vorderer Schliessmuskel; *b*, hinterer Schliessmuskel; *c*, Fuss; *d*, Leber; *e*, Kieme; *f*, Mantelrand; *g*, durch die Quercommissur *h* verbundene Mund- oder Vorderganglien; *i*, Stränge des kleinen oder Schlundringes; *k*, Fussganglion; *l*, Stränge des grossen oder Darmringes; *m*, Kiemen- oder Hinterganglion; *n*, Kiemennerven; *o*, hintere Mantelnerven; *p*, seitliche Mantelnerven; *q*, *r*, vordere Mantelnerven; *s*, Magen- oder Darmnerv.

Von dem unteren Winkel eines jeden Ganglions geht ein Nervenfaden nach unten und hinten ab, der sich bis zu dem, auf der Rückenseite des Fusses gelegenen Fussganglion (*k*) erstreckt. Von dem hinteren Winkel der Mundganglien entspringt jederseits ein Ast,

der die Eingeweidemasse durchsetzt und am Kiemen- oder Hinterganglion (*m*) endigt, welches grösser als alle übrigen ist und der Unterfläche des hinteren Schliessmuskels genau anliegt.

Auf diese Weise bilden die, diese verschiedenen Ganglien vereinigenden Commissuren zwei Nervenringe; einen, die Mund und Fussganglien verbindenden kleinen oder Schlundring und einen zweiten, die Mundganglien mit dem Kiemenganglion vereinigenden, grossen oder Eingeweidering. Von jedem Ganglion gehen zahlreiche Nerven ab, von denen wir nur die hauptsächlichsten erwähnen werden, indem wir für nähere Auskunft auf die zwar schon alten, jedoch sehr genauen Monographien von Duvernoy und von Keber zurückweisen (siehe Literatur).

Die Mundganglien sind kaum einen Millimeter lang. Ausser den bereits besprochenen Zweigen entsenden sie noch dünne, zu den Lippen und dem Mantel ausstrahlende Nervenfädchen (*r*, *q*, Fig. 342), Lippen- (*r*) und vordere Mantelnerven (*q*) genannt. Die Verzweigungen dieser beiden Nerven, welche am Mantelrande ungemein zahlreich hervortreten, bilden ein complicirtes Netz.

Die Kiemenganglien (*m*) sind in der That zwei an der Zahl, werden aber durch Bindegewebe scheinbar zu einer Masse vereinigt. Ihre Form ist rechtwinkelig und von ihren vorderen Ecken gehen die Nerven des grossen Ringes aus, welche jederseits längs des Randes des Muskels, durch welchen das Thier am hinteren Schliessmuskel (*b*, Fig. 342) angeheftet ist, gegen die Rückenseite des Bojanus'schen Organs laufen, dann an der Kiemenbasis aus einander weichen, ihren Weg zu beiden Seiten der Eingeweidemasse fortsetzen und so, wie wir es bereits gesagt haben, den hinteren Winkel der Mundganglien erreichen.

Hinter dem Abgangspunkte dieser Commissuren entspringen aus den Kiemenganglien die Kiemennerven (*n*), die zuerst nach vorn gerichtet sind, bald aber rückwärts einbiegen, um die Kiemenbasis in der Nähe des Schliessmuskels zu erreichen. Diese Nerven geben eine grosse Zahl feiner untergeordneter Zweige ab.

Die Kiemenganglien entsenden noch ausserdem von ihrem hinteren Winkel zwei grosse Nerven, die sich nach hinten und aussen wenden und in dem Mantel, dem hinteren Schliessmuskel und dem Rectum verzweigen. Es sind dies die hinteren Mantelnerven (*o*), welche besonders die Tastwarzen des Mantelrandes versorgen. Indem sie sich nach vorn verlängern, treffen sie die vorderen Mantelnerven; ihre Verzweigungen fliessen so zusammen, dass sie ein verwickeltes Netz bilden. Endlich geht von jeder Seite der Kiemenganglien ein seitlicher Mantelnerv (*n*) ab, welcher ausschliesslich dem Mantel angehört.

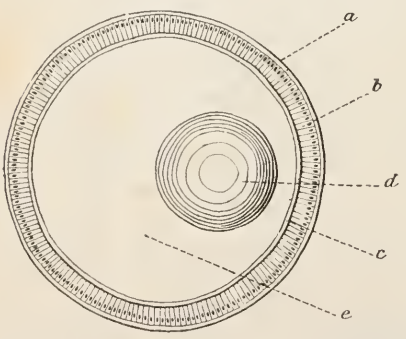
Was nun die vorn in der Fussbasis gelegenen Fussganglien (*k*) anbetrifft, so sind sie spindelförmig und durch den mittleren Theil

ihrer hinteren Fläche derart verschmolzen, dass man sie nicht von einander trennen kann. Sie entsenden nach vorn die zwei Nerven des Schlundringes, welche direct durch das Bindegewebe der Körperwände bis zu den Mundganglien hinaufgehen. Ausserdem entstehen auf ihrer äusseren und hinteren Fläche drei Paare von Nerven, die sich in den Muskelmassen des Fusses verzweigen.

Die Commissuren des grossen Nervenringes entsenden in der Höhe des Magens einen sehr feinen, von Keber aufgefundenen Nerven, welcher sich nach rückwärts wendet und in der Leber und in den Magenwänden sich verzweigt. Dieser Zweig ist von Duvernoy als Eingeweide- oder Magennerv (*s*, Fig. 342) bezeichnet worden. Seine Präparation ist schwierig.

Die histologischen Elemente sind kleine, in ein lockeres Bindegewebe eingebettete Zellen und Fasern. Die in den Ganglien und an den Nervenwurzeln angesammelten Zellen bilden die oberflächlichen Schichten.

Fig. 343.



Anodonta anatina. — Hörbläschen. Leitz. Oc. 7. Obj. 7. *Cam. luc.* *a*, Cuticula; *b*, cylindrisches Endothelium; *c*, Wimperhaare, die in der gezeichneten Präparation zu einer ununterbrochenen und undurchsichtigen Schicht verklebt sind; *d*, Otolith, mit concentrischen Schichten; *e*, mit einer lichtbrechenden Flüssigkeit gefüllte Höhlung der Otocyste.

Sinnesorgane. — Der ganze Umfang des Mantels und der Fuss sind der Sitz eines lebhaften Tastgefühles, welches besonders in der Nähe eines jeden hinteren Mantellappenrandes, wo sich Warzen in Form von kleinen conischen Erhöhungen befinden (*b*, Fig. 338 und Fig. 355), sehr entwickelt ist. Diese meist dunkel gefärbten Warzen sind einigermaassen contractil. Ihre Stellung nahe den vom Wasser durchströmten Oeffnungen und am Theile des Mantelrandes, der stets oberhalb der Sandfläche emporgehalten wird, lässt vermuthen, dass sie dem Thiere sinnliche Wahrnehmungen über die im Wasser schwimmenden Körper vermitteln. Wahrscheinlich befinden sich in diesen Papillen auch noch Tastzellen, denen von Flemming bei anderen Mollusken beschriebenen ähnlich; wir haben aber die zu ihrem Nachweise erforderliche specielle Untersuchung nicht vorgenommen.

Anodonta besitzt ausserdem an der Fussbasis zwei Hörbläschen. Die Lagerung dieser Organe scheint nicht dieselbe bei allen Individuen; wir haben sie bei mehreren erwachsenen Exemplaren hinter

dem Fussganglion in der Bindegewebemasse eingebettet gefunden, während bei jungen Individuen von 2 bis 3 cm Länge die Hörbläschen zweifellos unmittelbar auf dem Ganglion auflagen. Ihre Aufsuchung im frischen Zustande ist wegen ihrer grossen Zartheit sehr schwierig; der geringste Druck zerstört und zerreisst das Bläschen. Darum ist es vortheilhafter, um diese Organe zu finden, die Fussbasis zuvor mit Osmiumsäure zu injiciren, welche die Hörbläschen mit den umgebenden Geweben fixirt.

Hat man das Bläschen isolirt, so sieht man, dass es von einer sphärischen Kapsel (Fig. 343) gebildet ist, deren äussere sehr feine Bindehautwand (*a*) innen mit einer Schicht von cylindrischen Flimmerzellen (*b*, *c*) überzogen ist. Jede Zelle besitzt einen eiförmigen Kern, welcher sich sehr gut mit Carmin färbt. Die im frischen Zustande leicht sichtbaren Wimpern kleben durch die Reagentien zusammen, so dass sie sich nicht mehr leicht erkennen lassen. Die Kapsel, deren Durchmesser 210 Mikromillimeter misst, enthält eine stark lichtbrechende Flüssigkeit, in welcher ein runder, aus concentrischen Schichten gebildeter Otolith schwimmt, dessen Durchmesser 60 Mikromillimeter (*d*, Fig. 343) beträgt.

Der Verdauungscanal bei *Anodonta* ist vollständig, die Wände sind dünn und seine Präparation beim frischen Thiere ziemlich schwierig. Sie gelingt besser mit in Alkohol erhaltenen Exemplaren, oder auch an Thieren, deren Darm man vorerst mit einer soliden Masse gefüllt hat. Zu diesem Zwecke lässt man das Thier durch einen mehrtägigen Aufenthalt in klarem Wasser sich seines Darminhaltes entledigen und injicirt es dann durch das Rectum mit einer gefärbten Gelatinelösung. Wenn das Thier genügend erwärmt worden ist und die Einspritzung nicht unter zu starkem Drucke gemacht wurde, kommt man leicht dazu, den grössten Theil des Darmes mit der Masse zu füllen. Dann taucht man das Thier in kaltes Wasser, wodurch die Masse gerinnt.

Der am hinteren und unteren Rande des vorderen Schliessmuskels gelegene Mund bildet eine Querspalte, ohne Spur von Kauorganen. Er führt durch einen sehr kurzen Schlund in einen grossen, im Allgemeinen eiförmigen Magen (*g*, Fig. 338), dessen grosse Achse von vorn nach hinten gerichtet ist, während seine Höhlung durch Falten und starke Wülste der Schleimhaut in mehrere Abtheilungen getheilt ist. Der Magen wird von der Leber umgeben, welche die von ihr abgesonderte Flüssigkeit durch wenigstens vier Ausführungscanäle, deren Oeffnung man leicht auf der Magenwand sehen kann, in die Höhlung des Organes ergiesst. Wir wissen, dass die Leber vor Allem eine Verdauungsdrüse ist; da die von ihr abgesonderte Flüssigkeit dem Pankreassaft der höheren Thiere ähnliche Eigenschaften besitzt, ist es wahrscheinlich, dass die Verdauung vorzugsweise im Magen vor sich geht.

Hinter dem Magen verengt sich der Darm beträchtlich und behält beinahe den gleichen Durchmesser auf seinem ganzen Verlaufe bei. Nachdem er sich durch die Eingeweidemasse gegen den Fuss hin gesenkt hat, dreht er sich nach vorn und wendet sich gegen die Leber zu, um sodann sich zurückzubiegen und abermals nach vorn zu richten. Er ist also zweimal um sich selbst geschlungen, bevor er aus der Körpermasse austritt; gewöhnlich schliesst die eine Schlinge die andere ein, jedoch haben wir auch eine über der anderen getroffen, wie wir es in Fig. 338 gezeichnet haben. Zum zweiten Male auf der Höhe der Leber angekommen, beugt sich nun der Darm definitiv rückwärts und entfernt sich von diesem Organ. Sein letzter Theil, das Rectum, dringt in den Herzbeutel ein, durchsetzt schräg die Herzkammer (*k*, Fig. 338) und läuft über den hinteren Schliessmuskel weg zur Afteröffnung (*l*), die auf einer kleinen, an dem hinteren Rande dieses Muskels hervorragenden Warze gelegen ist. Die Muskelhaut der Darmwände besteht aus einer äusseren Längsfaserschicht und einer inneren Ringsfaserlage. Die beiden Lagen sind besonders in der Schlundregion und am Ende des Rectums sichtbar, anderwärts aber kaum

Fig. 344.

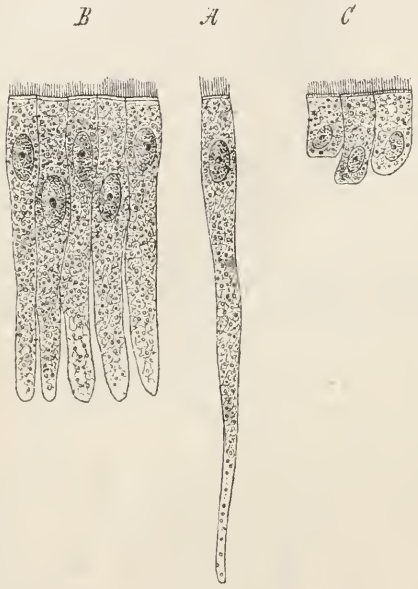


Fig. 345.

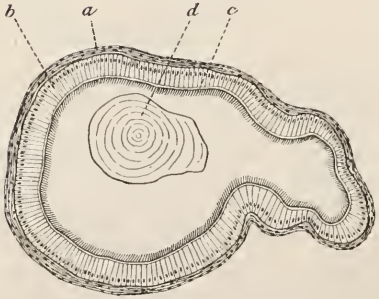


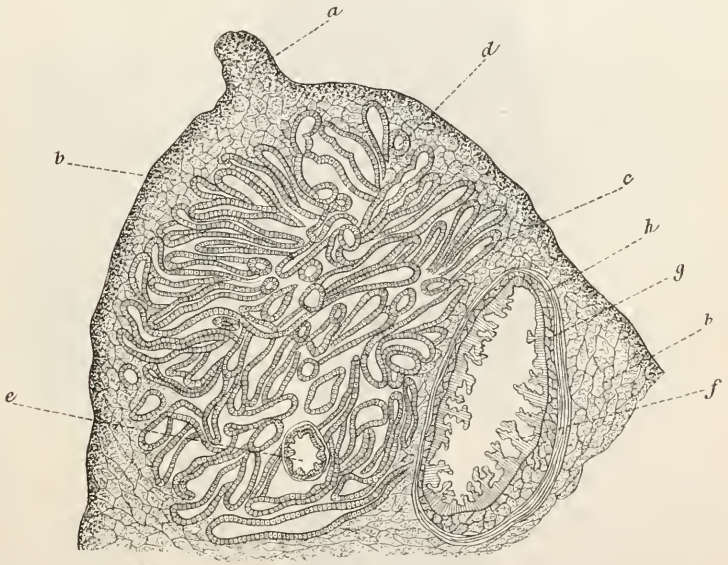
Fig. 344. — *Anodonta anatina*. Verschiedene Zellenformen des Darmepitheliums nach Fixation in Osmiumsäure und Maceration in Alkohol zum Drittel. *A*, Zelle vom Gipfel der Magenwindungen; *B* und *C*, Darmzellen. Verick. Oc. 2, Obj. 8.

Fig. 345. — *Anodonta anatina*. Schnitt durch eine den Krystallstiel enthaltende Darmschlinge. *a*, musculöse Bindegewebeschicht mit zahlreichen Kernen; *b*, endotheliale Schicht; *c*, Wimpern; *d*, Querschnitt des Krystallstieles.

deutlich. Die äussere Bindegewebehaut geht in das Parenchym des Körpers über.

Die innere Fläche des Darmes ist gänzlich mit einem Wimperepithelium ausgekleidet, dessen cylindrische Zellen, je nach den Gegenden, verschiedene Länge besitzen. In der Mundhöhle und im Schlund sind die Zellen klein, die Bewegung ihrer Wimpern von vorn nach hinten gerichtet, so dass die Nahrungstheilchen (Diatomeen, Infusorien u. s. w.) nach dem Magen hin bewegt werden. An den Wänden dieses letzteren findet man grössere und kleinere Zellen (Fig. 344), von welchen man sehr schöne Präparate nach vorgängiger Maceration in Alkohol zu einem Drittel und Fixation in Osmiumsäure machen

Fig. 346.



Anodonta anatina. — Dorsaler Theil eines durch die Leber geführten Querschnittes. Leitz. Oc. 1, Obj. 5. *a*, Rückenwulst des Mantels; *b*, Maschen des Bindegewebes des Mantels; *c*, der Länge nach durchschnittene Drüsenschläuche eines Leberläppchens; *d*, dieselben quer durchschnitten; *e*, Lumen eines Absonderungscanälchens; *f*, etwas schräg durchschnittene Darmschleimhaut; *g*, Bindegewebe der Darmwand; *h*, musculöse Schicht.

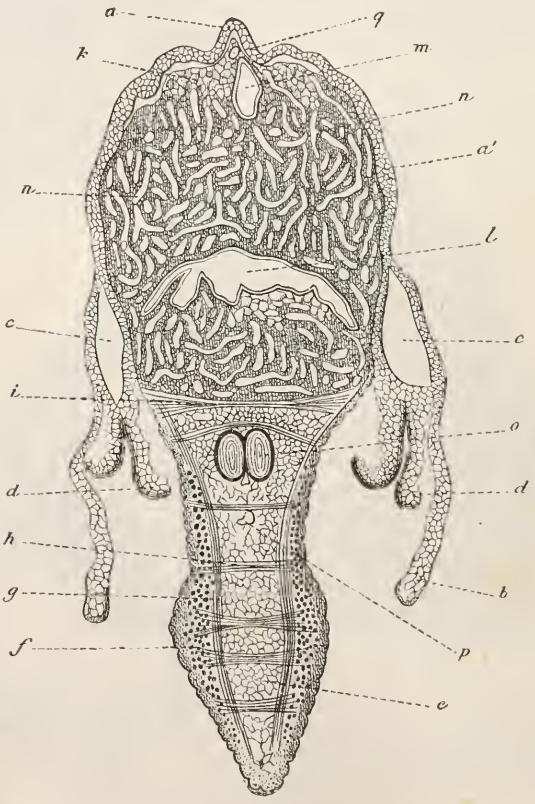
kann. Das Protoplasma dieser Zellen ist feinkörnig; sie besitzen einen eiförmigen, sich in Carminlösungen schön färbenden Kern.

Die Schleimhaut des eigentlichen Darmes ist öfters quergefaltet und bildet auf der Bauchseite einen Wulst, eine Art von Typhlosolis, der wahrscheinlich dazu dient, ihre Absorptionsfläche zu vergrössern. Auf der Höhe der ersten hinteren Krümmung enthält der Darm eine gallertartige, durchsichtige und cylindrische Masse, den Krystall-

stiel, dessen Länge je nach den Jahreszeiten und den Individuen vielfach wechselt. Zu was dieser Krystallstiel dient, lässt sich schwer sagen; man nimmt an, dass er durch die von ihm verursachte Verengerung des Darmlumens die Absorption der Nahrungsstoffe befördert. Auf Schnitten bemerkt man, dass der Krystallstiel aus einer structurlosen Substanz mit concentrisch gelagerten Schichten (*d*, Fig. 345 a. S. 746) gebildet ist.

Die über und hinter den Genitaldrüsen gelegene Leber kann

Fig. 347.



Senkrechter Querschnitt, der das Fussganglion getroffen hat. *a*, Schlossrand des Mantels, wo die beiden seitlichen Mantelblätter *a'* zusammenfliessen; *b*, freier Mantelrand; *c*, Duplicatur des Mantels, die eine Höhle bildet, in welcher die Vorderenden der Kiemenblätter stecken (da diese herausgefallen waren, haben wir sie nicht gezeichnet); *d*, Lippentaster; *e*, Bindegewebe des Fusses; *f*, durchschnittene Längsmuskelbündel des Fusses; *g*, senkrechte Muskelbündel; *h*, quere Muskelbündel; *i*, Muskelbündel zwischen Fuss und Körper; *k*, lockeres Bindegewebe um die Leber; *l*, Magenhöhle; *m*, Darmlumen; *n*, Leberröhrchen; *o*, Fussganglion; *p*, Fussarterie, durchschnitten; *q*, Durchschnitt der vorderen Aorta.

man leicht mit blossem Auge durch ihre bräunliche Färbung unterscheiden. Sie umgiebt den Magen (*i*, Fig. 338) und die Endschlinge des Darmes (Fig. 346 a. S. 747); von der oberen und vorderen Körpergegend erstreckt sie sich rückwärts bis zum Bojanus'schen Organe und nach unten dringen einige ihrer Läppchen zwischen die Träubchen der Genitaldrüse ein. Sie ist nach dem Typus der traubenförmigen Drüsen gebaut. Jedes Läppchen enthält eine Anzahl blind geschlossener, manchmal verzweigter und an einander geklebter Röhrchen, deren Absonderungsproduct sich in ein Secretionscanälchen entleert, welches von einem cylindrischen Epithelium ausgekleidet ist (*e*, Fig. 347). Sämmtliche Canälchen vereinigen sich in einigen kleinen, in den Magen geöffneten Sammelgängen, wie bereits erwähnt worden ist.

Fig. 348.

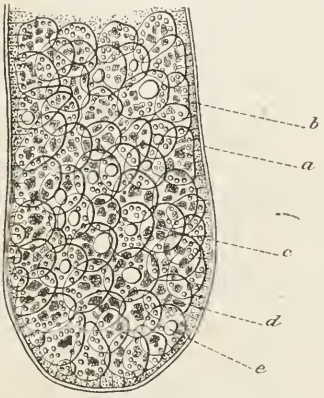


Fig. 349.

Fig. 348. — *Anodonta anatina.* Ein Röhrchen der Verdauungsdrüse. Schieck, Oc. 1, Obj. 8. *a*, Cuticula; *b*, Endothelium; *c*, Zellen, die zahlreiche, stark lichtbrechende Kalkkörperchen enthalten; *d*, Zellen mit Pigmentkörnern; *e*, Zellenkerne.
Fig. 349. — *Anodonta anatina.* Einige isolirte Leberelemente. Schieck, Oc. 2, Obj. 8.

Die Drüsenröhrchen (Fig. 348) werden durch ein feines äusseres Häutchen (*a*) gebildet, welches von einem Endothelium ausgekleidet ist, das grosse Zellen (*c*, *d*) verschiedener Art zeigt. Die einen enthalten eine stark lichtbrechende Flüssigkeit mit vielen Kalkkörnern, die anderen Fetttröpfchen und Pigmentkörperchen. Noch andere sind mehr oder weniger sternförmig verzweigt und scheinen keine Hülle zu besitzen. Fig. 349 stellt diese verschiedenen Elemente dar.

Blut. — Das Blut der Anodonten ist eine albuminöse, farblose, im Wasser opalisirende Flüssigkeit. Es enthält mit amöboiden Be-

wegungen ausgestattete Körperchen, die spitzige Pseudopodien treiben, was ihnen ein sternartiges Aussehen giebt. Ausserdem findet man in der Blutflüssigkeit formlose Theilchen, wahrscheinlich Trümmer des Endotheliums der Blutgefässe.

Blutgefässsystem. — Dieses System ist bei den Blattkiemern nicht vollständiger als bei den anderen Mollusken. *Anodonta* kann hier um so mehr als typisch gelten, da das Thier ein sehr entwickeltes Gefässsystem besitzt und von Langer seinen Untersuchungen über das sogenannte Capillarsystem zu Grunde gelegt worden ist. In der That circulirt bei *Anodonta* das Blut theilweise in hohlen, im Bindegewebe mehrerer Organe eingegrabenen Räumen oder Lacunen. Ohne in die näheren histologischen Einzelheiten, die uns ausser den Rahmen dieser Arbeit führen würden, einzugehen, bemerken wir hier, dass der grösste Theil jener Blutsinus mit einem Endothelium überzogen sind, welches bei anderen gänzlich fehlt.

Wir beginnen die Untersuchung dieses Systemes mit dem, auf der medianen Rückenlinie des Körpers (*p*, Fig. 338 und *c*, Fig. 350) gelegenen Herzen. Seine Pulsationen sind durch den es gänzlich umhüllenden Herzbeutel sichtbar. Sie dauern noch lange fort, nachdem man eine der Schalen entfernt hat, und man kann sie beschleunigen, wenn man das Thier in auf 20° oder 30° gewärmtes Wasser legt.

Um das Centralorgan des Kreislaufes besser zu sehen, schlitzen wir den Herzbeutel während der Systole auf.

Das Herz, aus einem lockeren Muskelgewebe gebildet, dessen spindelförmige Zellen sich leicht isoliren lassen, besteht aus einem medianen Ventrikel (*c*, Fig. 350 und *i*, Fig. 352) und zwei seitlichen Vorkammern. Diese letzteren, deren Systole derjenigen der Herzkammer vorangeht, besitzen dünne und durchsichtige Wände. Sie haben eine dreieckige Form und zeigen an der Basis des Dreiecks eine weite Oeffnung in die Kiemenvene, die ihnen von der Kieme her arterielles Blut zuführt. Letzteres wird von ihnen durch eine kleine Längsspalte, die Auriculo-ventricular-Oeffnung, in die Herzkammer getrieben. Bei der Systole der Kammer verschliesst sich diese Oeffnung und hindert auf diese Weise eine rückläufige Bewegung des Blutes, das in die Aorten getrieben wird.

Die durch das Rectum in schiefer Richtung durchkreuzte Herzkammer besitzt, wie wir wissen, eine rautenförmige Gestalt (*i*, Fig. 352) und weit dickere und stärkere Wände als die Vorkammern. Aus ihr entspringen eine vordere und eine hintere Aorta, deren Verzweigungen man nur mittelst Injectionen verfolgen kann.

Die Injection des Gefässsystemes der Anodonten ist wegen der Zartheit der Gewebe keine leichte Operation. Wir rathen in Chlorallösung eingeschläferte Thiere zu benutzen.

Bei Individuen, denen man eine der Schalenklappen abgenommen hat, kann die Injection allenfalls gelingen, jedoch lassen dann die Gefässe der abgeschnittenen Muskeln einen Theil der Masse austreten. Deshalb ist es vortheilhafter, folgendermaassen zu verfahren.

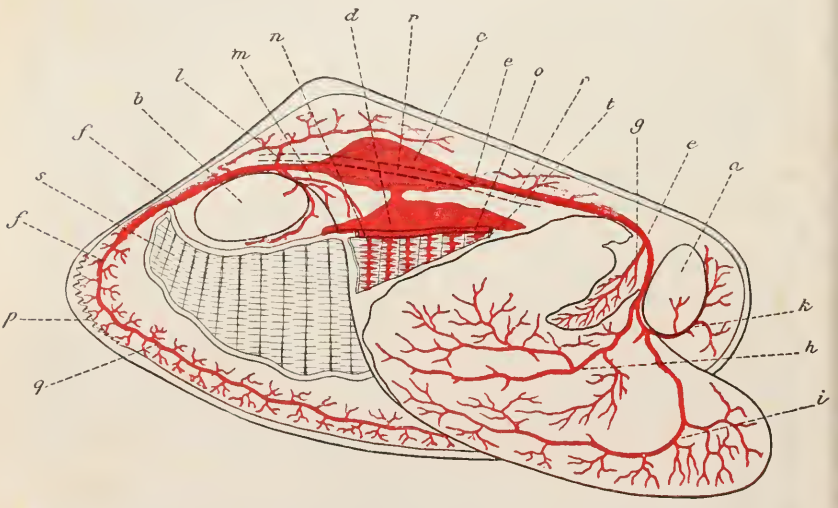
Man stellt das in seiner Schale gelassene Thier senkrecht auf den Mantelrand, und löst das Ligament und die angrenzenden Theile einer jeden Klappe sorgfältig mit einer starken Zange los, um nicht den Mantel zu beschädigen. Letzterer und die Oberdecke des Herzbeutels werden dann mit einer feinen Scheere aufgeschlitzt, um den Ventrikel zu entblössen.

Das auf diese Weise präparirte Thier wird dann in bis auf 30° erwärmtes Wasser getaucht; bei höherer Temperatur werden die Gewebe so weich, dass sie bei dem leisesten Drucke aus einander gehen. Immerhin muss man unter allen Umständen sehr sorgfältig zu Werke gehen und jeden stärkeren Druck bei der Injection vermeiden. Man steckt die Röhre in die Herzkammer und spritzt eine mit Carmin oder löslichem Berliner Blau gefärbte Gelatinemasse ein. Es gelingt jedoch selten auf solche Weise, eine vollständige Injection zu erhalten, und auf dem gleichen Thiere die letzten Aeste der beiden arteriellen Stämme und die mehr oder weniger grossen Hohlräume, in welche sie endigen, zu erfüllen. Fügen wir hinzu, dass die Contractilität der Gewebe der Art ist, dass man sich beeilen muss, gleich nach Ende des Druckes das Thier in kaltes Wasser zu tauchen, um die Masse erstarren zu lassen. Ist die Schnelligkeit, mit welcher man operirt, auch noch so gross, so wird ein Theil der Masse dennoch zurückgetrieben, was um so weniger ausbleibt, als das Gewebe der Herzkammer zu schwach ist, um eine Ligatur zu gestatten, mittelst welcher man für längere Zeit ein Röhrchen fixiren könnte, das man gezwungen ist, sofort nach beendigter Operation herauszuziehen. Immerhin erlauben uns an verschiedenen Thieren gelungene, locale Injectionen die Hauptzüge der Gefässverbreitung festzustellen.

Die vordere Aorta (*c*, Fig. 350 a. f. S.) verläuft auf der Mittellinie der Rückenfläche oberhalb des Rectums. Auf der Höhe des inneren Randes des vorderen Schliessmuskels biegt sie sich nach unten und theilt sich. Der eine Ast (Eingeweidearterie) (*h*, Fig. 350) verzweigt sich in den Eingeweiden, im Darm, in der Leber und in der Genitaldrüse; die Aestchen sind zahlreich, besonders in den verschiedenen Darmabschnitten, wo sie ein ziemlich bedeutendes Capillarnetz bilden. Der zweite grosse Stamm, welcher sich bald aufs Neue theilt, sendet einen Ast nach dem Fusse, die Pedalarterie (*i*, Fig. 350), und einen anderen zu jedem Mantellappen (vordere Mantelarterie). Von dieser letzteren geht ein Zweig nach den Mundtastern ab (Lippentasterarterie) (*g*, Fig. 350), auf deren inneren Fläche er sich in Capillarästchen auflöst. Wir können nicht in die ausführliche

Beschreibung der einzelnen Verästelungen dieser Zweige eingehen; sie würde eine specielle Monographie erfordern. Sagen wir nur, dass die Capillarverzweigungen besonders an den Darmwänden zahlreich sind, wo sie die Aufsaugung der Verdauungsproducte vermitteln. Ein ähnliches, jedoch nicht so dichtes Capillarnetz befindet sich im Fusse und am Mantelrande; wir müssen aber zugestehen, dass die Pulsäderchen, die wir nach Langer als Capillaren bezeichnen, nur eine äusserst entfernte Aehnlichkeit mit den Gefässen gleichen Namens besitzen, die sich bei den Wirbelthieren oder bei gewissen Würmern, wie dem Blutegel z. B., vorfinden. Ihr Durchmesser ist bei weitem grösser und sie bilden nie genau definirte Netze. Hier und da sieht man sie zu ziemlich geräumigen Bläschen ausgedehnt; die Frage, ob diese Bläschen, in welche sich die Injectionsmasse wie in

Fig. 350.



Anodonta anatina. — Arterielles Gefässsystem nach Carmininjection (etwas schematisirte Figur). *a*, vorderer Schliessmuskel; *b*, hinterer Schliessmuskel; *c*, Herzkammer; *d*, Vorkammer; *e*, vordere Aorta; *f*, hintere Aorta; *g*, sich in den Mundlappen verzweigende Arterie; *h*, Eingeweidearterie; *i*, Fussarterie; *k*, den vorderen Muskel umwindende Arterie; *l*, Herzbeutelarterie; *m*, Arterie zum Haftmuskel des Körpers; *n*, Kiemengefässe; *o*, zur Vorkammer arteriöses Blut führende Kiemenvene; *p*, Mantelrand; *q*, Kranzarterie; *r*, Rectum, die Herzkammer schief durchsetzend; *s*, linkes Kiemenblatt; *t*, Fragment des rechten Kiemenblattes, belassen, um die Anordnung seiner Capillargefässe zu zeigen.

Lückenräume ergiesst, eigene Wände besitzen, ist noch nicht gelöst. Die Injectionsmasse durchsetzt sie leicht und entweicht dann, sobald der Druck etwas stark ist, in die Zwischenräume des naheliegenden Bindegewebes. Jedenfalls giebt es eigentliche Sinusse, in dem Paren-

chym einfach ausgegrabene Hohlräume, deren Existenz in den meisten Organen und besonders im Fuss und in der Eingeweidemasse durch alle Schnitte bewiesen wird.

Die hintere Aorta (*f*, Fig. 350) entspringt an dem hinteren Ende des Ventrikels, unterhalb des Rectums. Sie bleibt nur auf einer sehr kurzen Strecke einfach, denn beinahe an ihrem Beginne theilt sie sich in zwei Stämme, die dem hinteren Rande eines jeden Mantellappens folgen und nach dessen Bauchrande einbiegen. Diese zwei Aeste sind als hintere Mantelarterien (*g*, Fig. 350) zu betrachten. Eine jede vereinigt sich auf dem Bauchrande des Mantels mit der ihr entsprechenden, von der vorderen Aorta entstehenden Arterie, so dass ein arterieller Bogen existirt, der den Mantel an seinem Unterrande, auf der Höhe, wo dieser der Schale anhaftet, umgiebt (Kranzarterie einiger Autoren).

Gleichwie an der vorderen Seite verzweigen sich die Mantelarterien, besonders in der Nähe der hinteren Randpapillen, in sehr feine zahlreiche Aestchen, die nach wohlgelungener Injection ein äusserst reichhaltiges Capillarnetz zeigen. Aber auch hier zweifeln wir am Bestehen eines vollständigen Capillarsystemes, denn sobald man den Druck auf die Injectionsmasse verstärkt, dringt dieselbe in das Bindegewebe des Mantels ein und färbt mehr oder weniger grosse Hohlräume dieses letzteren.

Von den verschiedenen Zweigen, die von den hinteren Mantelarterien entstehen, werden wir nur die drei folgenden erwähnen, deren Abgangspunkte dicht an einander liegen:

Eine sich um den hinteren Schliessmuskel biegende und in der Masse desselben verzweigende Arterie.

Eine Arterie (*l*, Fig. 350), die man Herzbeutelarterie nennen könnte, da sich ein Theil in die Herzbeutelwand begiebt; sie verzweigt sich aber auch in der Endgegend des Rectums. Endlich eine Arterie, die sich nach vorn krümmt und zu dem Haftmuskel des Körpers geht (*m*, Fig. 350).

Venensystem. — Aus den verschiedenen Hohlräumen des Parenchyms und des Capillarsystemes wird das Blut durch die Systole der Kammer in Gefässe getrieben, welche zuerst sehr fein sind, sich aber in stets grösser werdende Aeste und schliesslich in einen unpaaren Venenstamm vereinigen, der ein Sammelcanal für den grössten Theil des nach den Kiemen sich begebenden Blutes ist.

Dieser aus feinen und durchsichtigen Wänden gebaute Hauptvenenstamm läuft (*g*, Fig. 357) auf der Medianlinie des Rückens, unmittelbar unter dem Herzbeutel, durch dessen Boden er durchschimmert. Er erstreckt sich vom hinteren Schliessmuskel bis zum Vorderrande der Herzbeutelhöhle. Von da aus gelingt es am besten, den grössten Theil des Venensystemes zu injiciren. Nachdem man die

Schale abgenommen, den Rückenwulst des Mantels abgeschnitten, das Rectum und die Herzkammer entfernt hat, zeigt sich der Venenstamm, der weit genug ist, um eine grössere Spritze einführen zu können.

Die von diesem Punkte aus eingespritzte Masse füllt zu gleicher Zeit die ab- und zuführenden Gefässe dieses Behälters an. Man sieht die Masse in der That durch an dem vorderen Rande dieses Behälters gelegene Oeffnungen, in den Herzbeutel, in die Eingeweidemasse und besonders in drei grosse Venen eindringen, die das Blut aus dem Körper und dem Fuss bringen und etwa an dem Punkte münden, wo der aus der Leber auftauchende Darm in den Herzbeutelraum eintritt. Es ist uns nie gelungen, auf diese Weise bis zu den Arterien sich fortsetzende Capillarnetze zu injiciren, was uns zu beweisen scheint, wie es Kollmann übrigens richtig bemerkt hat, dass solche zusammenhängende Netze nicht existiren.

Dagegen füllt die Injectionsmasse in der Wand des Bojanus'schen Organes das sogenannte Wundernetz, ein äusserst complicirtes Capillarnetz, welches sie gänzlich durchsetzt, wenn man den Druck sorgfältig regulirt und Zerreissungen vermeidet. Von da aus geht sie in ein zuführendes Gefäss über, das an der Basis eines jeden Kiemenblattes verläuft und unter dem Namen Kiemenarterie bekannt ist. Diese grossen Arterien führen in das Capillarsystem der Kiemen, das hauptsächlich aus Längscanälen (kammartigen Canälen) und aus diese verbindenden Quercanälchen besteht. Die Injection dieses Capillarsystemes wird durch Schleimanhäufungen erschwert, die hier und da die Canälchen gänzlich ausfüllen. Wir verweisen hinsichtlich der Kiemencirculation auf die ausführliche Arbeit von R. Bonnet (siehe Literatur). Die zuführenden Capillargefässe erstrecken sich hauptsächlich auf der inneren Fläche einer jeden Kiemenlamelle und endigen in einen unpaaren, dem freien Rande der Kiemen parallel laufenden Canal. Von diesem Canal entstehen die ausführenden Canälchen, welche auf der äusseren Fläche der Kiemenlamellen verlaufen und sich schliesslich in einem Sammelgefässe (Kiemenvene) (*o*, Fig. 350) an der Kiemenbasis vereinigen, das der Kiemenarterie parallel läuft und in die Vorkammer des Herzens mündet. An den Endpunkten der Kiemenblätter sind die Kiemenvenen doppelt, aber sie vereinigen sich in der Mittelgegend derselben, wie man es auf Querschnitten constatiren kann, so dass ein grosser mit arteriellem Blute gespeister Behälter existirt, der sich in die Vorkammer öffnet.

Langer behauptet, dass nur ein, freilich der grösste Theil des vom Körper kommenden Blutes sich in den unter dem Herzbeutel befindlichen Venenstamm ergiesse, während ein anderer Theil direct in die Vorkammer flösse, ohne die Kiemen zu berühren. Unsere Injectionen haben uns zwar nicht erlaubt, diese Behauptung zu bestätigen, doch können wir dieselbe auch nicht unbedingt zurückweisen;

die Gefässverbindungen in der Herzbeutelregion des Mantels sind so verwickelt, dass sie noch nicht vollständig bekannt sind.

Wassersystem. — Was die Vermischung des Blutes bei *Anodonta* mit dem umgebenden Wasser anbetrifft, so hat sie unendliche Discussionen hervorgerufen. Mehrere Naturforscher haben in der That nachgewiesen, dass die Flüssigkeit, welche aus dem Fusse trocken gelegter Blattkiemer austritt, Blutkörperchen enthält. Aus diesen Beobachtungen schloss man, dass sich im Fusse dieser Thiere ein Wassergefässsystem vorfinde, welches durch bald behauptete, bald geleugnete Oeffnungen Wasser einzöge und in directer Verbindung, sei es mit den Blutgefässen, sei es mit den Hohlräumen stehe.

Eine derartige Einrichtung würde dann erklären, wie die Ausdehnung des Fusses dieser Thiere in geringer Zeit so ungemein wechseln kann. Man weiss ja, dass bei grösster Ausdehnung, wenn zum Beispiel das Thier auf dem Sande kriecht, der Fuss zehn- oder fünfzehnmal grösser ist, als wenn er in die Schale zurückgezogen ist. Taucht man aber das Thier in ein mit Wasser gefülltes graduirtes Gefäss, so bemerkt man, dass das Niveau der Flüssigkeit unverändert dasselbe bleibt, mag nun der Fuss zusammengezogen oder ausgedehnt sein, und da in letzterem Zustande das Volumen des Fusses bedeutend grösser ist, so scheint auf den ersten Blick die Beständigkeit des Niveaus nur durch die Annahme erklärt werden zu können, dass die vom Fusse verdrängte Flüssigkeit durch ihn eingesogen worden ist. Wenigstens ist dies die Meinung von Forschern, wie Agassiz, Hanitsch u. A.

Wenn man Anodonten, deren Fuss vollständig ausgedehnt ist, plötzlich aus dem Wasser herausnimmt, so bemerkt man, dass der Fuss sich heftig zusammenzieht und ein oder mehrere Wasserstrahlen aus seinem freien Rande herausspritzen, was das Vorhandensein von Oeffnungen, von Wasserporen, in dieser Region zu beweisen scheint. Aber ausserdem, dass diese letztere Erscheinung sich nicht bei allen Individuen zeigt, zum Beispiel bei *Anodonta anatina* weit weniger als bei *Anodonta cellensis*, müssen wir zugestehen, dass eine genaue Untersuchung von mehreren Serien von Schnitten, sei es des Fusses von grossen Thieren, sei es des ganzen Körpers bei jungen, höchstens 3 cm langen Exemplaren, uns nie eine constante Unterbrechung des Umrisses gezeigt hat. Hier und da giebt es wohl Stellen, wo das Epithelium fehlt, seine Abwesenheit ist aber wohl Abschilferungen und Zerreissungen zuzuschreiben. Wenn der Fussrand stark gefaltet ist (einige von unseren Schnitten zeigen solche Faltungen), so erstreckt sich das Epithelium in das Innere dieser Falten. Man könnte wohl in solchen Fällen Ueberbleibsel von Absonderungscanälen einer entarteten Byssusdrüse vor sich haben, wie Carrière und Barrois sie bei mehreren Gattungen von Blattkiemern vorgefunden haben. Jedoch finden sich

diese Falten nicht in constanter Weise bei *Anodonta*, und bei den meisten Thieren, wo man sie trifft, können sie durch die einfache Runzelung des Fusses während seiner Präparation erklärt werden. Wir haben aber die weiten Oeffnungen, von denen Griessbach (siehe Literatur) spricht, in unserer Species nicht gefunden, und die Untersuchungen von einem unserer Schüler, Herrn Jaquet, der in der Technik der Schnitte sehr geübt ist, haben zu den gleichen negativen Resultaten, wie die von Carrière, Cattie, Barrois und Anderen geführt.

Wir können also die Existenz von Wasseröffnungen am Fussrande bei *Anodonta* nicht annehmen und wir denken, dass die ausgespritzte Flüssigkeit durch Risse hervortritt, welche durch den Druck entstehen, den die plötzliche Zusammenziehung auf die im Inneren des Fusses angehäufte Flüssigkeit ausübt. Das Fussgewebe ist zart; die Hohlräume erstrecken sich bis zu seiner Peripherie, und wenn man das Thier aus dem Wasser zieht, schnüren manchmal die durch die Schliessmuskeln plötzlich an einander gepressten Klappen die Fussbasis so ein, dass die Flüssigkeit, die der Fuss enthält, nicht nach innen entweichen kann, sondern nach aussen hervorspritzt, indem das dünne Gewebe, das sie zurückhält, zerreisst.

Gewöhnlich fliesst die den ausgedehnten Fuss füllende Flüssigkeit im Momente seiner Contraction in die Hohlräume des Mantels zurück. Diese Ortsveränderung erfordert aber eine gewisse Zeit. Sobald der Fuss zusammengezogen ist, schwellen die Mantellappen an, das Umgekehrte tritt während seiner Ausdehnung ein. Wir müssen bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit auf eine gewisse Region des Mantels lenken, die man das Keber'sche Organ nennt.

Dieses Organ, auch rothbraunes Organ wegen seiner Farbe genannt, liegt beiderseits an und vor dem Herzbeutel, in der Verlängerung des Mantellappens, welcher an der Bildung der Herzbeutelwand (*m*, Fig. 356 und *l*, Fig. 357) Antheil nimmt. Der Umriss des Keber'schen Organes ist nicht genau bestimmt; nach vorn erstreckt es sich bis zur Leber und nach hinten bis zur Basis der Herzbeutelhöhle, wo seine Färbung in die des Bojanus'schen Organes übergeht. Es besteht aus einem sehr lockeren Bindegewebe, welches sich auf Schnitten von dem des übrigen Mantels nur durch seine Dicke und durch seine braunes Pigment enthaltenden Zellen unterscheidet. Sein Aussehen und seine Grösse ändern je nach den Individuen. Man findet in ihm musculöse, seine Contractilität erklärende Elemente vor.

Was die Beziehungen dieses Organes zu dem Gefässsystem anbetrifft, so haben dieselben viel zu verschiedene Meinungen hervorgerufen, um nicht neue Untersuchungen zu erfordern. Wird das Keber'sche Organ injicirt, so sieht man die Masse bald in die Vorkammer, bald in die Hohlräume der benachbarten Organe und

zuweilen auch in den Herzbeutelraum eintreten. Jedoch können wir das Vorhandensein regelmässiger Verbindungen zwischen den Hohlräumen dieses Organes und den benachbarten Höhlungen nicht mit Sicherheit behaupten, denn hier vielleicht mehr als irgendwo sonst hat man Zerreissungen zu befürchten. Von diesem Standpunkte aus scheint uns die von einigen Autoren angewandte Einblasung von Luft unzweckmässig. Bei zwei Individuen haben wir kleine runde Oeffnungen auf der dem Herzbeutelraum zugewendeten Seite des Keber'schen Organes bemerkt; wir sind aber nicht dazu gekommen, ihre Constanz nachzuweisen. In dem Falle, wo sie existirten, würden wir diese Oeffnungen als Communicationen zwischen Blut und Wasser betrachten. Dies kann nicht auffallen, da in der That eine Verbindung zwischen dem Herzbeutelraum und dem umgebenden Wasser mittelst des Bojanus'schen Organes besteht. Jedoch bezweifeln wir sehr eine solche Vermischung an diesem Orte, denn der Strom der in Höhlung des Bojanus'schen Organes befindlichen Flüssigkeit fliesst in der Regel von innen nach aussen, und wir könnten keine einzige Thatsache vorbringen, die für eine Aufnahme von Wasser durch das Bojanus'sche Organ spräche, welches ja hauptsächlich ein Absonderungsorgan ist.

Wie es sich auch mit diesem wesentlichen Punkte der Anatomie der Anodonten verhalten möge, so viel steht fest, dass das Keber'sche Organ bei der Oeffnung von Thieren, deren Fuss zusammengezogen ist, sich ungemein ausgedehnt zeigt, während es zusammengeschrumpft erscheint, sobald der Fuss angeschwollen ist. Um die Bewegungen des Fusses zu erklären, nehmen wir also ein Wechselspiel zwischen Fuss und Mantel mittelst Versetzungen der Blutflüssigkeit durch die Hohlräume dieser Organe an. Injicirt man den Fuss, so ergiesst sich die gefärbte Masse in die verschiedenen Hohlräume und in das Venensystem, was unserer Meinung nach auf weite Verbindungen zwischen den verschiedenen Körperregionen, die das Blut enthalten, hinweisen würde.

Wir verneinen die Möglichkeit einer Mischung zwischen Wasser und Blut nicht, sie scheint uns aber nicht bewiesen und auch nicht nothwendig, um die mechanischen Bedingungen des Thieres zu erklären, wie dies übrigens Fleischmann sehr gut nachgewiesen hat. Während der Erection des Fusses ändert sich das Gesammtvolumen des Thieres nicht, es treten nur in gewissen Organen Volumveränderungen ein, welche sich so aber vollständig ausgleichen, dass das Niveau der Flüssigkeit in einem, eine Anodonta enthaltenden Gefäss trotz der Bewegungen des Thieres stets das gleiche bleibt, wie es der oben erwähnte Versuch beweist.

Das Studium des sogenannten Wassersystemes bei *Anodonta* führt uns also zu negativen Resultaten; aber die Meinungsverschiedenheit der Autoren, die darüber geschrieben, zeigt wohl die Schwierigkeit einer solchen Nachforschung. Darum können wir zum

Schluss nicht genug auf den Nutzen neuerer Untersuchungen dringen, besonders was die noch unbekannten Beziehungen des Keber'schen Organes zu dem Gefässsystem und dem Bojanus'schen Organe anbetrifft. Ueberhaupt sind unsere Kenntnisse der Circulation bei den Lamellibranchiern noch sehr mangelhaft und es wäre zu wünschen, dass die Untersuchungen durch einen geübten Forscher wieder aufgenommen würden.

Kiemen. — Die Athmungsorgane werden von je zwei zu beiden Seiten des Körpers parallel den Mantellappen gelegene Kiemenblätter gebildet (*r*, Fig. 338 und *e*, Fig. 358). Das etwas grössere, äussere Blatt bedeckt gewöhnlich das Innere. Während des Winters und Frühjahrs findet man das äussere Blatt, welches zugleich als Brutorgan dient, bei den Weibchen mit Eiern gefüllt. Die Untersuchung wird dann durch die Schleimmassen, welche die Eier umhüllen, sehr erschwert.

Jedes Blättchen ist aus zwei an ihrem unteren Rande zusammengelötheten Lamellen (*A* und *B*, Fig. 353) gebildet. Man kann diese Lamellen trennen, indem man sie mit einer Pincette auseinanderzieht und die sie vereinigenden Scheidewände mit einer feinen Scheere durchschneidet. Die zwei äusseren Lamellen sind durch ihren oberen Rand mit dem Mantel verbunden, während die inneren auf demselben Rande mit einander verschmelzen, um so in dem Oberbranchialraume, in welchem das Wasser circulirt und der von den äusseren Lamellen begrenzt wird, eine Scheidewand zu bilden.

Indem die Lamellen eines gleichen Blättchens nach oben aus einander weichen, bilden sie zwei, den gleichnamigen Blutgefässen parallel laufende und hinten in den Cloakenraum geöffnete Kiemengänge. Das durch die untere Oeffnung einströmende Wasser fliesst in die Kiemengänge, und von da in die zwischen den Lamellen jeder Kieme befindlichen Räume.

Wir rathen, die Untersuchung an lebenden Thieren zu beginnen, wo man die sehr rasche und anhaltende Bewegung der das Epithelium bedeckenden Wimpern wahrnehmen kann. Dieses Epithelium biegt in die inneren Höhlungen ein, so dass das die Kiemen umspülende Wasser sich in steter Bewegung befindet. Dann sind in verschiedenen Richtungen Schnitte auf Fragmente zu machen, die zuvor in Osmiumsäure zu ein Procent fixirt, gefärbt und in Paraffin eingeschlossen worden sind.

Von der Fläche gesehen (Fig. 351), zeigt jedes Kiemenblättchen perpendiculär auf seine Länge gerichtete Querstreifen. Diese Streifung wird durch Stäbchen erzeugt, die wie Zähne eines Kammes neben einander stehen. Da diese Stäbchen aus Chitin bestehen, so kann man sie durch Behandlung der Kiemen mit einer Kalilösung isoliren. Die Stäbchen (Fig. 352 und *e*, Fig. 354) verdünnen sich an ihren Enden, wo ein Sehnenfaden sie mit einander ver-

bindet. Sie werden ausserdem noch in querer Richtung durch Faserbündel (*c*, Fig. 352) vereinigt, welche man zwar als Muskeln beschrieben hat, die aber doch nur schwer durch Aetzkali angegriffen werden.

Um diese Art von chitinösem Skelett legt sich nun das weiche und von zahlreichen Hohlräumen (*f*, Fig. 353 und *d*, Fig. 354 a. f. S.)

Fig. 351.

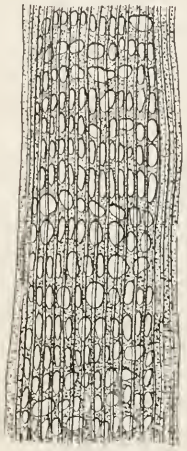


Fig. 352.

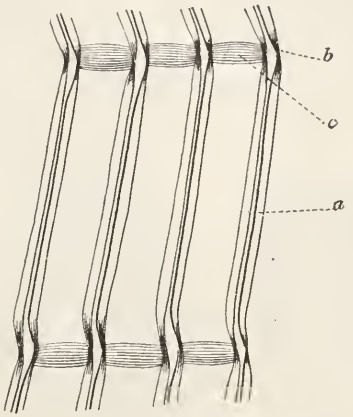


Fig. 353.

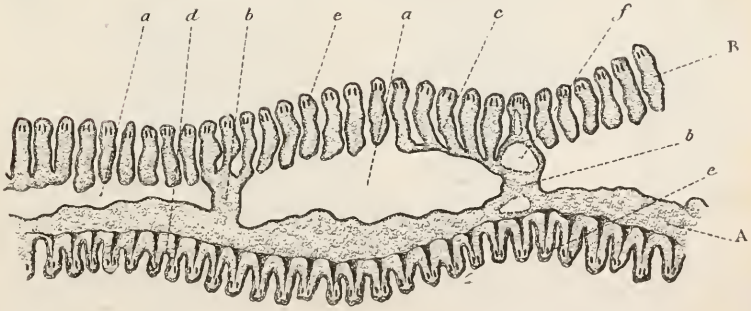


Fig. 351. — *Anodonta anatina.* Ansicht einer mit Osmiumsäure fixirten Kiemenlamelle; bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. Leitz, Oc. 1, Obj. 1. Man sieht die Stäbchen und die Oeffnungen des Kiemengewebes.

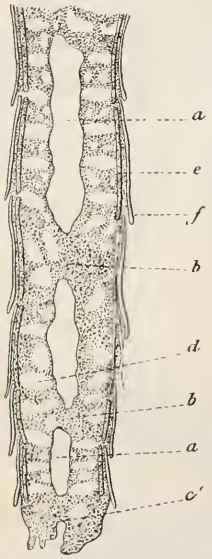
Fig. 352. — *Anodonta anatina.* Chitinöses Skelett der äusseren Kiemenlamelle nach Behandlung mit Aetzkali. *a*, durch Fädchen des Bindegewebes in *b* vereinigte chitinöse Stäbchenpaare; *c*, Querfäserchen von musculösem Anschen, welche die Stäbchenpaare mit einander verbinden.

Fig. 353. — *Anodonta anatina.* Querschnitt durch ein zuvor in Osmiumsäure fixirtes Kiemenblatt. Leitz, Oc. 1, Obj. 5. *A*, äussere Lamelle; *B*, innere Lamelle; *a*, Zwischenkiemenraum; *b*, Septa oder Scheidewände; *c*, Stützen des Bindegewebes der inneren Lamelle; *d*, dieselben der äusseren Lamelle; *e*, chitinöse Stäbchen; *f*, Hohlräume.

durchbrochene Bindegewebe der Kiemen (*c*, *d*, Fig. 353 und *b*, Fig. 354), das keine zusammenhängende Schicht bildet, sondern namentlich auf der inneren Lamelle, durch viele knopflöcherartige (Fig. 351 und 353), den Durchgang des Wassers in den Zwischenräumen befördernde Spalten durchbrochen ist.

Man trifft in der That zwischen den Lamellen bindegewebige Scheidewände (*b*), welche zahlreiche Kammern, die Zwischenkiemenkammern (Fig. 353 und *a*, Fig. 354), von einander trennen. Diese Kammern sind in der Weise angeordnet, dass das zwischen die Lamellen eindringende Wasser sich in ihnen vertheilt und mit dem in den Capillaren und den Hohlräumen der Kiemen circulirenden Blute in mittelbare Berührung kommt. Auf Schnitten kann man leicht die Communicationen zwischen den Kammern unter sich einerseits und durch die knopflöcherartigen Spalten mit der Aussenfläche andererseits verfolgen; aber, wie bereits gesagt wurde, ist es schwer, sich ein genaues Urtheil über die Blutvertheilung zu bilden und wir müssen zugestehen, dass die verschiedenen Einspritzungen, die wir vornahmen, uns zu wenig übereinstimmenden Resultaten geführt haben, ohne Zweifel aus dem Grunde, weil man wahrscheinlich nicht in allen Fällen denselben Druck ausüben kann, so dass die Lacunen dann mehr oder weniger gefüllt werden.

Fig. 354.



Anodonta anatina. — Längsschnitt des Unterrandes eines in Osmiumsäure fixirten Kiemenblättchens. Leitz, Oc. 7, Obj. 5. *a*, Zwischenkiemenraum; *b*, Querwände; *c*, unterer Rand des Blättchens; *d*, Hohlräume des Bindegewebes; *e*, chitinöse Stäbchen; *f*, Epithelialdecke.

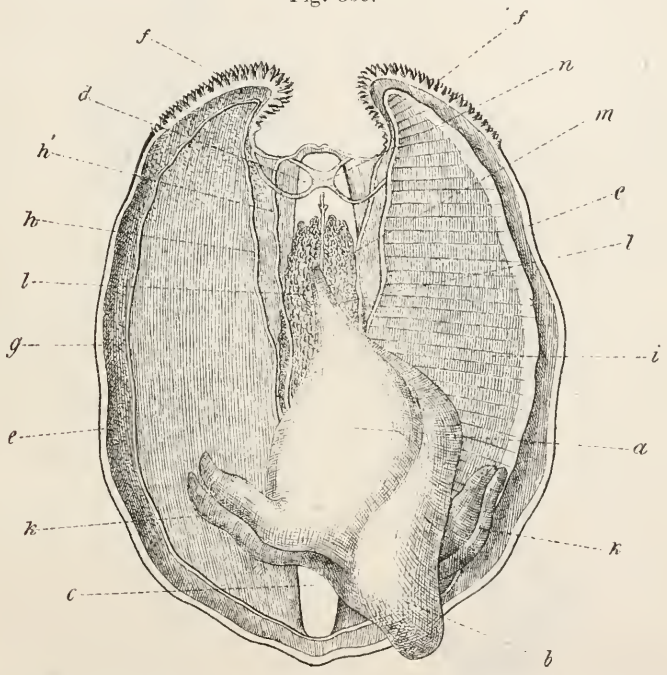
Zudem wechselt die Festigkeit des Bindegewebes je nach dem Alter der Individuen; bei jungen Thieren treten sehr leicht Zerreissungen ein.

Absonderungs- oder Bojanus'sches Organ. — Unter diesem Namen versteht man das Absonderungsorgan der Lamellibranchier. Bei unserem Typus ist es gut entwickelt; wir finden es in Form zweier Säcke, die auf der oberen Medianlinie nach hinten zu verbunden sind und vorn aus einander weichen. Diese zwei Säcke befinden sich zwischen Körpermasse und Herz, unmittelbar unter dem Herzbeutel, und sind theilweise auf den Seiten von den Kiemenblättern bedeckt. Nach hinten zu sind sie mehr erweitert als vorn; sie lassen sich durch ihre dunkelbraune Farbe leicht erkennen (Fig. 338, 355, 356, 357, 358).

Um diese Organe genauer zu untersuchen, nehmen wir das Thier

aus seiner Schale und breiten es mittelst Stecknadeln in der Art aus, dass man es von der Herzseite aus betrachten kann. Die zwei auf der Mittellinie des Rückens vereinigten Mantellappen bilden an dieser Stelle ein weiches und dichtes Dach, welches wir abtragen, um in die Herzbeutelhöhlung eindringen zu können, deren Wand dem Bindegewebe des Mantels fest anhaftet. Das durch das Rectum durchsetzte Herz erscheint nun; wir ziehen das Rectum mit einer Pincette in die Höhe, schneiden es an dem Orte, wo es aus der Leber tritt, ab und ziehen es nun mit sammt dem Herzen bis zum After heraus. Der auf diese Weise

Fig. 355.

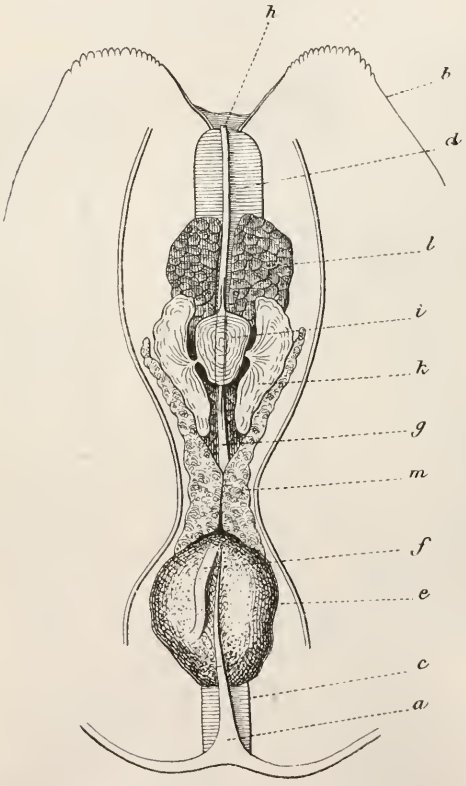


Anodonta anatina. — Die Schale ist entfernt, das Thier auf den Rücken gelegt und die Mantellappen ausgebreitet. Um die innere Fläche des Mantels zu zeigen, wurden die Kiemenblättchen abgeschnitten. Der Körper ist auf die linke Seite gelegt. *a*, der Körper; *b*, der Fuss; *c*, vorderer Schliessmuskel; *d*, hinterer Schliessmuskel; *e*, Wulst des Mantelrandes; *f*, conische Papillen des hinteren Mantelrandes; *g*, Linie, längs welcher der Mantel an der Schale anliegt; *h* und *h'*, Ansatzlinien der Kiemenblätter; *i*, rechtes Kiemenblatt; *k*, Mundlamellen; *l*, Haftmuskel des Körpers; *m*, Bojanus'sches Organ; *n*, hinteres Nervenganglion.

gänzlich blossgelegte, durchsichtige Boden des Herzbeutels lässt die beiden Säcke des Bojanus'schen Organes erblicken, über welche in der Mittellinie der an seiner helleren Farbe und netzartigen Wänden erkennbare Venensinus verläuft (*g*, Fig. 357 a. S. 763).

Wir bemerken auf der unteren Herzbeutelfläche, in unmittelbarer Nähe des Punktes, wo wir das Rectum bei der Leber abgeschnitten haben, zwei kleine Querspalten, welche in die Höhlungen der Bojanus'schen Säcke führen und diese mit der Herzbeutelhöhlung (*i*, Fig. 357) in Verbindung setzen. Wenn wir durch diese Oeffnungen eine feine Borste einführen, sehen wir dieselbe in die verhältnissmässig umfangreiche Höhlung des entsprechenden Sackes eindringen, die sich rückwärts, bis unter den hinteren Schliessmuskel, erstreckt. Sie ist durch eine horizontale Wand, die aus einem von drüsenartigen Elementen bedeckten Bindegewebe besteht, in zwei über einander liegende Abtheilungen getrennt, so dass man in jedem Bojanus'schen Sacke eine grössere Unterkammer und eine engere Oberkammer (*l*, *m*, Fig. 358 a. S. 764) unterscheiden kann. Diese beiden Kammern communiciren auf der hinteren Seite mit einander, da die sie trennende Wand nicht bis zum Ende des Sackes reicht. Die Höhlung der unteren Kammer setzt sich demnach in die der Oberkammer fort, welche sich nach vorn richtet, und durch eine einzige, sehr nahe an der Anheftungslinie der inneren Kieme seitlich gelegene Oeffnung nach aussen mündet. Um von aussen diese Oeffnungen zu finden, die als Austrittspforten der vom Bojanus'schen Organe abgesonderten Stoffe fungiren, muss man das

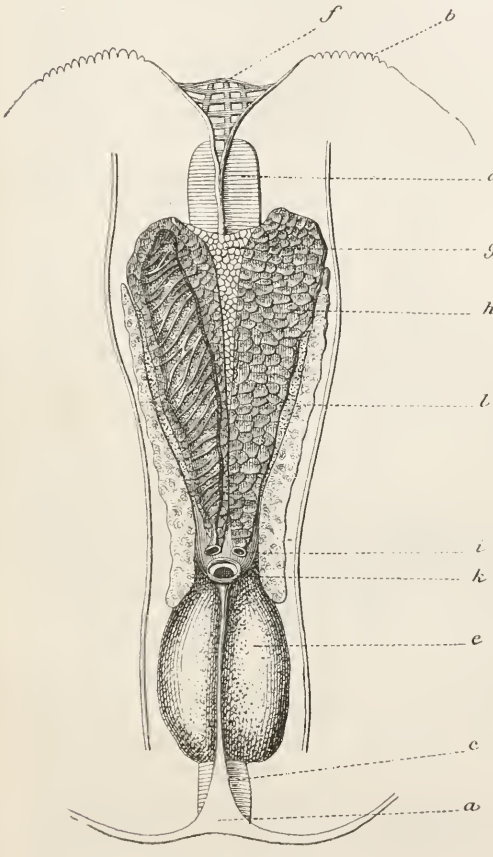
Fig. 356.



Anodonta anatina. — Die Rückenfläche des Mantels und die Herzbeuteldecke sind abgenommen. *a*, vorderer Mantelrand; *b*, Hinterrand; *c*, vorderer, *d*, hinterer Schliessmuskel; *e*, Leber; *f*, Darmschlinge, durch die Leber durchscheinend; *g*, Rectum; *h*, After; *i*, vom Rectum durchsetzte Herzkammer; *k*, Vorkammer; *l*, Bojanus'sches Organ; *m*, braune Mantelgegend oder Keber'sches Organ.

Thier auf die Seite legen, den Mantel und die Kiemenlamellen entfernen, ohne das Organ zu verletzen, und am bezeichneten Orte zwei kleine, nahe an einander gelegene Löcher mit der Lupe aufsuchen, die durch eine leichte Vertiefung der Haut angedeutet sind.

Fig. 357.



Anodonta anatina. — Der Mantel ist in der Rückenlinie aufgeschlitzt, Rectum und Herz entfernt worden, um den Boden des Herzbeutelraumes zu zeigen. *a*, vorderer Mantelrand; *b*, Hinterrand; *c*, vorderer, *d*, hinterer Schliessmuskel; *e*, Leber; *f*, Kiemen; *g*, venöser Blutbehälter; *h*, Bojanus'sches Organ, das linke ist aufgeschlitzt worden, um seine Höhlung und die Falten seines Drüsentheiles zu zeigen; *i*, Oeffnungen der Höhlen des Bojanus'schen Organes, welche in den Herzbeutelraum münden; *k*, Darm, an seinem Austritt aus der Leber durchschnitten; *l*, rothbraunes oder Keber'sches Organ.

Die vordere und untere Oeffnung ist die der Genitaldrüse, auf welche wir später zurückkommen werden; die andere, etwas oberhalb und rückwärts gelegen, ist die des Excretionsorganes. Eine durch letztere Oeffnung eingeführte Borste dringt, wie wir es bereits gesagt haben, in die Oberkammer des Organes. So lange die Gewebe des Thieres noch contractil sind, ist diese Nachforschung eine schwere, wird aber relativ leichter, sobald man das Thier in einer Chlorallösung getödtet hat; ein kleiner Druck genügt dann manchmal, um den Excretionsstoff durch die Oeffnung auszustossen.

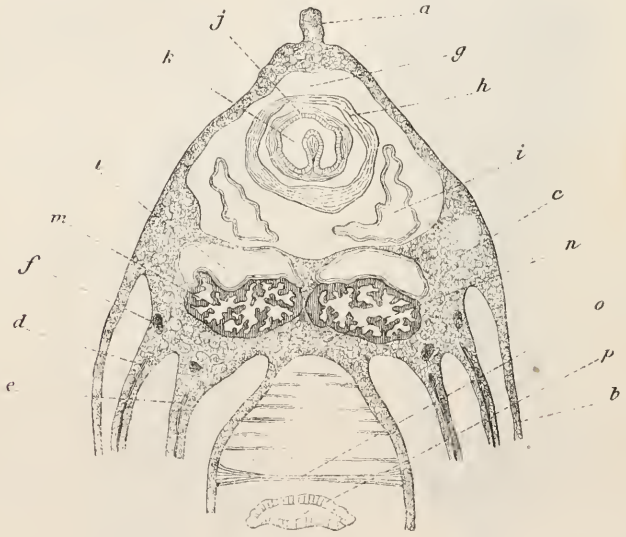
Man wird diese Stellung des Thieres benutzen, um das Organ seitlich aufzuschlitzen, damit die Ueberlagerung der zwei Kammern ersehen werden kann. Uebrigens wird man Injectionen machen, um die verschiedenen Beziehungen zu untersuchen. Es gelingt, das ganze

Organ zu füllen, wenn man von der in die Herzbeutelhöhlung mündenden Oeffnung aus einspritzt.

Wir müssen noch hinzufügen, dass die hintere Region der unteren Kammer weiter ist als die vordere; ihre Höhlung erstreckt sich etwas oberhalb des hinteren Schliessmuskels. Sie bleibt einfach in unserer Gattung, wird aber von Griessbach bei *A. piscinalis* als gewunden und durch ihre Wandfalten in drei Portionen getheilt beschrieben. Bei *A. anatina* zeigt diese Wand wohl zahlreiche Falten, die aber nicht genügend entwickelt sind, um Zwischenwände zu bilden.

Wir können die grosse Kammer oder Unterkammer (Höhle von Griessbach) als den Drüsentheil des Organes und die Oberkammer

Fig. 358.



Anodonta anatina. — Senkrechter Querschnitt des Rückens, um die Beziehungen des Bojanus'schen Organes zu den benachbarten Theilen zu zeigen. *a*, Rückenfalte des Mantels; *b*, Mantellappen; *c*, schwammiges Mantelgewebe auf der Höhe des Keber'schen Organes; *d*, äusseres Kiemenblatt; *e*, inneres Kiemenblatt; *f*, Kiemencanäle; *g*, Herzbeutelhöhle; *h*, Herzkammer; *i*, Vorkammer; *j*, die Herzkammer durchsetzendes Rectum; *k*, Darmhöhlung; *l*, Oberkammer des Bojanus'schen Organes; *m*, Drüsentheil des gleichen Organes; *n*, Nerven der Eingeweidecommissur; *o*, muskulöse Querbänder in der Körpermasse; *p*, Darm.

(Vorhöhle von Griessbach) als den Ausführungsgang für die Auswurfsstoffe betrachten. Die Wände dieser letzteren sind glatt, während die der Drüsenkammer Faltungen vorzeigen. Die Falten erstrecken sich zwar nach allen Richtungen hin, laufen aber doch vorzugsweise quer und parallel (*m*, Fig. 358); hier und da vereinigen sie sich und

sind, wie wir bereits gesagt haben, besonders rückwärts stark entwickelt; auf diese Weise wird die Absonderungsfläche ungemein vergrössert.

Die rechte und linke Drüsenkammer stehen nicht mit einander in Verbindung, vergebens suchten wir nach einer Oeffnung in ihrer Scheidewand. Die zwei Oberkammern sind im Gegentheil durch eine ziemlich breite nach vorn gerichtete Spalte verbunden. Ausserdem communiciren die Lücken ihrer von den rothbraunen Manteltheilen bedeckten Seitenwände mit denen des Keber'schen Organes.

Das Gewebe der Wände des Bojanus'schen Organes ist weich, schwammig und zerreisst leicht. Man kann es nur an lebenden oder ganz frischen Thieren untersuchen. Wir unterscheiden darin eine bindegewebige, lockere Grundsubstanz, die unter dem Mikroskop zahlreiche, sich durchkreuzende Fäserchen zeigt. Sie ist von Blut getränkt, welches ihr in Fülle durch den Venensinus zufliesst, und ist von mehreren, besonders in den gefalteten Wänden der Unterkammer zahlreichen Drüsenzellenschichten bedeckt. Diese Drüsenwände sind selber durch ein, sehr lange Wimpern tragendes, cylindrisches Endothelium ausgekleidet. Beim lebend geöffneten Thiere sieht man, wie die Wimperbewegung auf der inneren Fläche der beiden Kammern die Absonderungskörnchen zur Oberkammer und zur Austrittsöffnung hinführt. In den Wänden haben wir niemals musculöse Fäserchen gefunden, ebenso wenig als um ihre Oeffnungen. Die Aenderungen des Volumens des Bojanus'schen Organes hängen von den Contractionen des ganzen Körpers ab.

Das beste Verfahren, die Structur der Drüsenelemente zu untersuchen, besteht in der Zerzupfung der Drüse im Blute selbst. Die ungemeine Zahl kleiner Zellen, deren Durchmesser ungemein wechselt, fällt vor Allem auf. Sie sind sehr durchsichtig, rund, mit deutlichen Umrissen; sie enthalten einen öfters excentrischen Kern und sind manchmal in einander eingeschachtelt. Ihr Protoplasma enthält eine mehr oder weniger grosse Zahl von kleinen, braunen, gelben oder grünlichen unregelmässigen Anhäufungen, die zuweilen den Kern verstecken. Man trifft darin auch Fettkörperchen, die durch Osmiumsäure erkennbar werden. Es sind demnach Drüsenzellen, die sich loslösen und in die Höhlung des Organes fallen, sobald sie mit Auswurfsstoffen gefüllt sind. Was die chemischen Bestandtheile dieser Concretionen betrifft, die uns über die Function des Bojanus'schen Organes einige Aufklärung geben würden, so sind sie noch nicht genau bekannt.

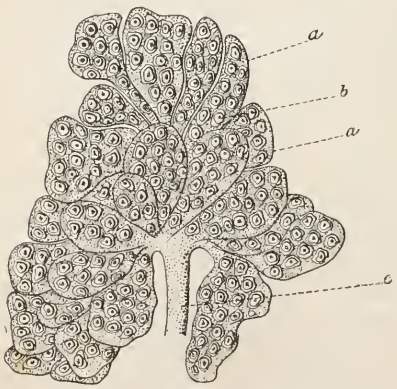
Einige Forscher fanden Harnsäure darin, jedoch nur in kleiner Menge (v. Babo, Riche), andere Guanin oder eine ähnliche Substanz (Gorup-Besanez, Will). Voit suchte vergebens nach den charakteristischen Bestandtheilen des Harnes der höheren Thiere. Um die

Function des Organes endgültig festzustellen, bedarf es weiterer Nachforschungen. Wenn es auch nicht eine eigentliche Niere ist, bildet es jedenfalls ein Excretionsorgan, wie die hineinfliessende Blutmenge und die in ihm ausgeschiedenen Stoffe darthun.

Genitaldrüsen. — *Anodonta* ist in der Regel getrennten Geschlechtes. Aeusserlich unterscheiden sich die weiblichen Thiere von den männlichen durch die grössere Wölbung ihrer Schalenklappen. Jedoch ist es nicht selten, Hermaphroditen darunter zu treffen; vielleicht erklärt dies die Thatsache, dass manche ältere Autoren *Anodonta* für Zwitter hielten. Ferner scheinen die Weibchen bei Weitem zahlreicher zu sein; in mehr als 1000 Exemplaren, die wir in den letzten Jahren im Genfer See gefangen haben, fanden sich 70 Proc. Weibchen.

Hoden und Eierstöcke gleichen sich so sehr, dass man des Mikroskopes bedarf, um sie von einander zu unterscheiden. Beiderlei Organe sind traubige (Fig. 359), im Bindegewebe der Visceralmasse, unterhalb der Leber und um den Darm herum gelegene Drüsen. Ihr Aussehen ändert sich je nach ihrer Thätigkeit. Gewöhnlich sind sie im Frühling und im Sommer angeschwollen, mit Eiern oder Samenzellen angefüllt, während man sie im Herbst, wenn die Legezeit vorüber ist und die äusseren Kiemenblätter mit Eiern gefüllt sind, zusammengeschrumpft findet. Jedoch giebt es häufige Ausnahmen von dieser Regel; wir haben in allen Monaten des Jahres Weibchen gesehen, deren Kiemen von Larven strotzten.

Fig. 359.



Anodonta anatina. — Eine Traube aus der weiblichen Genitaldrüse; Leitz, Oc. 1, Obj. 3. *a*, Läppchen, worin man in Entstehung begriffene Eier sieht; *b*, Eier; *c*, Ausführungscanälchen, das sich mit den Canälchen der benachbarten Trauben vereinigt.

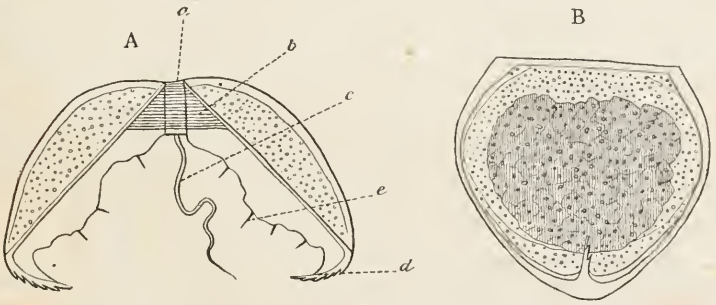
Wenn man eine Serie von Querschnitten untersucht, so sieht man, dass die Genitaltrauben zu ihrer Reifezeit einerseits bis zwischen die Muskeln der Fussbasis und andererseits bis zwischen die Leberläppchen sich erstrecken. Hinten sind sie zahlreicher und dichter gedrängt als vorn. Jedes Träubchen besitzt ein Ausführungscanälchen, welches sich mit denen der benachbarten Drüsen vereinigt; ihr Inhalt entleert sich in einen Sammelcanal, der sich, wie schon gesagt, auf beiden Seiten in unmittelbarer Nähe des Bojanus'schen Organes öffnet. Die durch den Strom des ausgestossenen Athemwassers fortgerissenen Zoospermen

vermischen sich mit dem umgebenden Wasser, und werden mit diesem von den weiblichen Thieren eingesogen. Die durch den Wimperstrom bis zur Cloakenkammer geführten, befruchteten Eier dagegen werden nicht sofort ausgestossen, sondern durch den äusseren Kiemengang in die Zwischenkammern des äusseren Kiemenblattes geleitet, die ihnen als Blutstätte dienen.

Form und feinere Structur der Genitaltrauben sind beinahe dieselben in den beiden Geschlechtern. Es sind kleine birnförmige, durch ein sehr feines und structurloses Häutchen begrenzte Säckchen (*a*, Fig. 359). Letzteres ist innen von Epithelialzellen bedeckt, von denen die einen mehr auswachsen als die anderen, und sich dann in Eierchen oder Samenzellen differenziren, um endlich in die Höhle des Sackes zu fallen und von da aus durch die Ausführungsgänge (*c*) ausgestossen zu werden.

Die Eier besitzen eine auf der Spitze einer kleinen Erhöhung befindliche Mikropyle, womit sie an der Eierstockwand festgewachsen

Fig. 360.



Anodonta anatina. — Larven, Glochidium. *A*, mit geöffneten Klappen; *a*, Ligament; *b*, Schliessmuskel der Klappen; *c*, Byssus; *d*, Häutchen der Schale; *e*, Borsten; *B*, mit geschlossenen Klappen von der Fläche.

sind. Wir haben uns nicht mit ihrer weiteren Entwicklung zu befassen. Sagen wir nur, dass die Larvenform, welche daraus entsteht, zwei dreieckige Schalenklappen besitzt, die durch einen einzigen Schliessmuskel (*A*, *b*, Fig. 360) geschlossen werden, und einen langen Byssusfaden, welcher zur Anheftung der Larve an die Kiemen und später an Fische dient, und nach Erfüllung seines Zweckes verkümmert. Die Schalenklappen dieser Larve, Glochidium benannt, besitzen an ihrem freien Rande gezähnelte Häkchen. Man trifft sie in ungeheurer Zahl in den Kiemen, wo sie durch reichlichen Schleim verbunden sind. Die Weibchen können die Larven in Aquarien Monate lang bei sich behalten, aber sobald Fische hineingebracht werden, fängt sogleich die Ausstossung an und die Glochidien setzen sich alsbald an die Haut der Fische fest.

Mit Ausnahme einer geringen Zahl von Gattungen, wie z. B. *Aspergillum, Teredo*, deren Körper cylindrisch ist, besitzen alle Blattkiemer eine gewisse Familienähnlichkeit, welche sie sogleich von den anderen Mollusken zu unterscheiden erlaubt. Der den Körper bedeckende und die Schale absondernde Mantel ist aus zwei Lappen gebildet, die stets auf dem Rückenrande und manchmal auch auf dem Bauchrande vereinigt sind; das Gegentheil fanden wir bei *Anodonta*. Im ersteren Falle fasst der Mantel das Thier wie eine Scheide mit zwei Oeffnungen ein; einer hinteren, durch welche das Athmungswasser und die Nahrungsmittel ein- und ausgehen, und einer vorderen, durch welche der Fuss hervorgestreckt wird. Fehlt der Fuss ganz oder ist er stark verkümmert, so kann der Mantel auch an seinem Vorderrande geschlossen bleiben. Man bezeichnet unter dem Namen *Sinupalleata* diejenigen Blattkiemer, deren Mantel auf dem grössten Theile seines Umfanges geschlossen bleibt, und auf dem Hinterrande eine tiefe Ausbuchtung zeigt, von welcher der sogenannte Sipho, eine aus Längs- und Ringmuskelbündeln gewebte Röhre entspringt, die das Thier je nach Belieben ausstrecken oder einziehen kann. Dieses zur Einführung und Ausstossung des Wassers dieuende Organ ist besonders bei denjenigen Gattungen ausgebildet, welche gänzlich in dem Boden eingegraben leben und uur die zwei Oeffnungen des Sipho, durch welche das Wasser fliesst, an der Erdfläche seheu lassen (*Mya arenaria*). In der That ist der Sipho meist von zwei, durch eine horizontale Scheidewand getrennten Canälen durchsetzt; der untere Canal leitet den Eintritts-, der obere den Austrittsstrom. Manchmal ist der Sipho auf der ganzen Länge doppelt (*Psammobia*), die Fuuction einer jeden Röhre ist danu leichter zu erkennen.

Bei *Teredo* erstreckt sich die Scheidewand der beideu Siphonen bis iu das Innere der Mantelhöhlung. Bei *Venus, Mactra* u. s. w. befinden sich an der Basis des Sipho Rückziehmuskeln, die, wie bei den anderen Gattungen, von dem Muskelsystem des Mantels abhängig sind, aber ausserdem uoch eine unabhängige Ansatzfläche an den Schalenklappen besitzen.

Diese letzteren, mit deren Form und äusserem Aussehen die beschreibende Zoologie sich befasst, sind stets durch ein horniges Oberhäutchen bedeckt, welchem die Pigmentschicht mannigfache Farben giebt. Die Schale wird zuweilen sehr dick, wie bei der Riesenmuschel (*Tridacna*), manchmal aber auch dünn und durchsichtig (*Pholas*). Bei *Aspergillum* verwachsen die rudimentär bleibenden Schälchen mit einer vom Mantel abgesonderten Kalkröhre.

Die Structur der Schale ist beinahe immer blätterig und die Hitze löst von ihr mehr oder weniger grosse Lamellen ab; ihre chemische Zusammensetzung aus kohlen- und wenig phosphorsaurem Kalk wechselt wenig. Die Schale wird durch den Mantel abgesondert und wächst mit diesem; da sie keine Nahrungsgefässe enthält, kann sie nicht unabhängig heranwachsen. Ihre innere Fläche besitzt öfters eine Perlmutterlage, deren Schillern in Regenbogenfarben durch die zahlreichen welligen und sehr feinen Streifchen der Oberfläche hervorgebracht wird.

Die Perlen, die man an der inneren Fläche der Klappen fast aller Acephalen finden kann, sind das Product einer Folge von Kalkablagerungen um fremde Körper, z. B. Sandkörnchen oder meistens organische Körper, wie Parasiten, die zufällig zwischen Mantel und Schale eingedrungen sind. Oefters sind die Perlen gefärbt und unregelmässig, violett bei *Arca, Anomia*; grün, roth oder bräunlich bei *Anodonta, Pinna, Mytilus*; sie besitzeu dann kaum mercantilen Werth. *Meleagrina margaritifera* unter den Seemuscheln und *Margaritana margaritifera* unter den Süsswassergattungen sind

beinahe die einzigen, welche die im Juwelenhandel gebrauchten weissen Perlen erzeugen.

Die Klappen sind an dem Schlossrande durch ein elastisches Ligament verbunden, das sie fortwährend auseinander zu halten sucht; bisweilen ist es äusserlich (*Anodonta, Arca*), bisweilen innerlich (*Mytilida*). Da die Elasticität des Ligamentes bei todten Thieren durch die Contraction der Schliessmuskeln nicht mehr überwunden wird, so klaffen die Schalen nach dem Absterben. Ausserdem besitzen dieselben öfters an ihrem oberen Rande zahnförmige, manchmal gestreifte Erhöhungen, die das Schloss bilden (*Unio, Arca*).

Als Antagonisten des Schlossbandes giebt es immer einen (*Ostrea, Pecten*) oder zwei (*Anodonta*), an den inneren Seiten der Schalen angeheftete Schliessmuskeln. Man unterscheidet daher zwei Gruppen, *Monomyarier* und *Dimyarier*. Bei *Anomia* durchsetzt der einzige Schliessmuskel eine der Klappen und dient so zugleich zum Fixiren des Thieres an Felsen. Die Contractionen des Schliessmuskels sind sehr lebhaft bei *Lima, Pecten*, bei denen er zur Ortsbewegung dient. Man hat Kammmuscheln Sprünge von mehr als einem Meter machen sehen.

Der Körper ist in Folge der musculösen Structur seiner Wände sehr contractil. Von allen Muskeln ist der Fuss der gewaltigste. Er fehlt selten (*Anomia, Ostrea*); wenn er sehr entwickelt ist (*Solen*), bildet er das wesentlichste Bewegungsorgan. Seine Form ist entweder cylindrisch (*Lucina*), seitlich, wie ein Beil zusammengedrückt (*Unio, Venus*) oder knieförmig gebogen (*Cardium*). Im letzteren Falle kann der Fuss plötzlich wie eine Feder losgeschnellt werden und dem Thiere zum Springen dienen. Bei *Pholas, Lithodomus* enthält der sehr kräftige und kurze Fuss Kieselkörnchen, die wahrscheinlich beim Bohren in den Steinen, worin diese Acephalen wohnen, die Hauptrolle spielen.

Bei vielen Gattungen (*Pinna, Mytilus, Tridacna*) befindet sich in einer Furche der Fussbasis eine sogenannte Byssusdrüse, die eine Klebemasse absondert, welche sich in Fäden auszieht und womit sich die Thiere an die unterseeischen Körper, an Felsen u. s. w. heften oder sich gänzlich wie mit einem Netze einspinnen (*Modiola vestita*). Der Byssus dient sogar bis zu einem gewissen Grade zur Ortsbewegung in dem Sinne, dass das Thier, nachdem es einen Byssusfaden fixirt hat, ihn manchmal verlässt, um sich eines anderen zu bedienen, den es etwas weiter anklebt. P. Fischer erwähnt den Fall eines von ihm in Arcachon beobachteten *Pecten varius*, welcher innerhalb acht Tagen allmählich 60 Byssus abgesondert hatte und so um 60 cm an der Glaswand eines Aquariums emporgekrochen war.

Man kann die Kalkdrüse von *Anomia*, welche dazu dient, das Thier an die Felsen zu heften, als der Byssusdrüse homolog betrachten. Uebrigens existirt letztere bei den Embryonen von *Najaden* und *Cyclas* z. B., bei denen sie in der Reife gänzlich fehlt. Nach Barrois wäre die Byssusdrüse ein charakteristisches Organ der Lamellibranchier; dieser Autor hat in fast allen Gattungen Spuren davon gefunden, mit Ausnahme von *Solen, Venus* u. s. w. (siehe Literatur).

Ferner besitzen die meisten Blattkiemer an der vorderen Fussspitze eine mehr oder weniger grössere Anzahl von Schleimdrüsen, welche zuweilen, wie bei *Lucina* z. B., warzenartig hervorragen, während sie im Allgemeinen im Grunde einer Hautgrube des Fusses liegen.

Was das Nervensystem anbetrifft, so ist es beinahe immer nach dem Muster des bei *Anodonta* beschriebenen gebildet, jedoch tritt eine Vereinfachung bei den fusslosen Gattungen ein, welchen das entsprechende Pedalganglion fehlt (*Ostrea*), während es bei Gattungen mit rudimentärem Fusse nur wenig entwickelt ist (*Pecten*).

Die Mundganglien, welche zum Munde, zu den Lippenpalpen und in die Vorderregion des Mantels Nerven entsenden, stehen manchmal auf der Medianlinie oberhalb des Mundes so dicht aneinander, dass sie scheinbar nur eine Masse bilden, in welcher jedoch die mikroskopische Untersuchung zwei verschmolzene Ganglien zeigt (*Cytherea*, *Mactra*). Bei anderen Gattungen sind die Ganglien im Gegentheil von einander entfernt und durch eine breite, oberhalb des Schlundes gelegene Commissur verbunden.

Die den Unterschlundganglien der anderen Mollusken entsprechenden Pedalganglien sind mit den Mund- oder Oberschlundganglien durch zwei Connective verbunden, die desto länger sind, je weiter der Fuss vom Munde entfernt ist (*Modiola*, *Mya*). Sie sind immer paarig, aber gewöhnlich in eine einzige Masse verschmolzen. Ihre Lage an der Fussbasis bleibt constant, ausser wenn das Bewegungsorgan sehr verkümmert ist, wie bei *Pecten* z. B., wo man sie zwischen und unmittelbar unter den Mundganglien findet.

Die hinteren oder Kiemenganglien sind im Allgemeinen die grössten und wichtigsten wegen der grossen Anzahl Nerven, die von ihnen entspringen. Sie sind doppelt, nur durch eine kurze Commissur verbunden, bei *Lithodomus*, *Mytilus*, *Pecten* u. s. w., während sie sich bei *Mactra*, *Mya* z. B. in eine Masse vereinigen, wie wir es bei *Anodonta* vorgefunden haben. Quatrefages beschrieb bei *Teredo*, dessen Kiemen sehr stark entwickelt sind, ein accessorisches, auf beiden Seiten des Kiemenganglions gelegenes Ganglion, und Vaillant fand es ebenfalls bei *Tridacna*, wo es ein eigenthümliches gestreiftes Aussehen besitzt. Bei den Typen, deren Sipho stark entwickelt ist (*Solen*, *Mactra*, *Lutraria* u. s. w.), finden sich ein oder zwei Nebenganglien auf den zum Sipho gehenden Nerven. Die Kiemenganglien sind stets mit den Mundganglien durch eine doppelte Commissur verbunden, die den Darmring oder grossen Nervenring bildet. Die davon entspringenden Mantelnerven vereinigen sich gewöhnlich mit den gleichnamigen, von den vorderen Ganglien abgehenden Nervenzweigen, und ihre Aestchen bilden auf dem Mantelrande ein äusserst complicirtes Netz, wie Duvernoy es bei *Anodonta cygnea* dargestellt hat.

Specielle Mund- und Magenganglien scheinen nicht zu existiren; die Eingeweidenerven entstehen aus den Kiemenganglien oder aus den Commissuren des grossen Ringes.

Da die vollständig entwickelten Lamellibranchier alle ein sehr ruhiges Leben führen, so ist es nicht auffallend, dass die Sinnesorgane bei ihnen wenig entwickelt sind.

Der Tastsinn scheint besonders auf den Papillen des Mantelrandes localisirt zu sein, ferner auf den fadenförmigen, zuweilen sehr stark entwickelten Tentakeln (*Lima*), auf den Mundläppchen, an der Spitze des Sipho, am Fusse u. s. w. W. Flemming und Andere haben bei *Mytilus*, *Cardium* u. s. w. Pinsel steifer Härchen (Tasthaare) beschrieben, die zwischen den Wimperzellen der Epidermis dieser Regionen zerstreut sind. Die Härchen stehen mit den in der Dicke der Epidermis laufenden Nervenfasern in Verbindung, scheinen also Sinnesorgane zu sein und dienen vielleicht auch zur Wahrnehmung des Geschmackes.

Die bei den Larven häufig vorkommenden Augen verschwinden bei den erwachsenen Thieren. Nach B. Sharp sind sie bei einigen Gattungen durch pigmentirte Epithelialzellen ersetzt, die an ihrem freien Ende ein lichtbrechendes Häutchen besitzen. Diese Zellen, welche den von Fraisse bei gewissen Gasteropoden (*Haliotis*, *Patella*) beschriebenen Zellen analog scheinen, befinden sich am Mantelrande bei den Asiphoniaten, während sie bei den Siphoniaten (*Solen*, *Mactra*) entweder an der Basis oder am Ende des Sipho ausgebildet sind.

Ausnahmsweise zeigen die Gattungen *Pecten* und *Spondylus* weit complicirtere Augen. Sie erscheinen als kleine, schwarze, sehr glänzende Flecken mit bläulich metallischem Widerschein auf dem freien Rande des Mantels und empfangen feine Verästelungen der Mantelnerven.

Man hat in diesen Augen eine fibröse Sclerotica gefunden, welche eine ziemlich dicke Choroidea einschliesst, in deren Zellen sich mehrfarbige Pigmentkörner vorfinden. Die Choroidea ist von einer Netzhaut mit Stäbchen- und Nervenfaserschicht ausgekleidet. Endlich befindet sich auch noch vor der Netzhaut eine etwas abgeflachte Krystalllinse und ein Glaskörper, in welchem man zahlreiche Fädchen entdeckt (*Chatin*).

Diese zusammengesetzten Augen stehen auf kleinen musculösen Stielen, deren Länge beinahe dieselbe wie die der umliegenden Papillen ist. Ihre Zahl ist nicht constant, und nicht die gleiche auf den beiden Mantellappen.

Hörorgane wurden noch nicht bei allen Lamellibranchiern vorgefunden; es ist sogar wahrscheinlich, dass sie bei einigen, wenn nicht bei den meisten, gänzlich fehlen. Wenn sie vorhanden sind, haben sie die Form sphärischer, innen mit Wimperzellen ausgekleideter Otocysten und besitzen einen ziemlich grossen Otolithen. Bei *Cytherea, Chiona* giebt es zwei von Duvernoy abgebildete Otocysten, die an der Fussbasis auf zwei vom Pedalganglion entspringenden Nerven liegen. Bei *Cyclas* liegt das Hörbläschen unmittelbar auf dem Pedalganglion.

Der Verdauungscanal zeigt wenige Veränderungen; er erstreckt sich bei den Dymiariern zwischen den beiden Schliessmuskeln, an denen seine Enden anliegen und ist mehr oder weniger in die Verdauungsdrüse eingebettet, deren Volumen gewöhnlich sehr bedeutend ist. Der Mund ist stets unbewaffnet; bei *Hinnites, Pecten, Spondylus* sind seine beiden Lippen gefranzt, was wahrscheinlich mit der Entwicklung des Geschmackssinnes in Verbindung steht. Die bei *Chama, Psammobia* sehr kleinen Mundlappen sind im Gegentheil bei *Tellina, Fragilia* so sehr entwickelt, dass man sie mit den Kiemenblättern verwechseln kann. Der sehr kurze Schlund erweitert sich plötzlich in einen Magen mit mehr oder weniger gefalteten Wänden, in den sich die Verdauungssäfte ergiessen. Der Krystallstiel, das Secretionsproduct des Darmepitheliums, ist meist von gallertartiger Consistenz; er wird manchmal durch Kalkablagerungen undurchsichtig und fehlt bei den meisten Monomyariern. Bei anderen befindet sich dieser Krystallstiel, statt im eigentlichen Darme, in einem Blinddarme, der am Magenausgang entspringt und bei manchen Gattungen sehr lang wird (*Pholas, Tellina, Solen*). Dieser Blinddarm kann auch ohne Krystallstiel existiren, wie es bei *Dreissena* der Fall ist.

Der auf den Magen folgende Darm bildet gewöhnlich in den Eingeweiden mehrere Schlingen und das Rectum durchsetzt meist die Herzkammer mit Ausnahme von einigen Gattungen, wie *Ostrea, Anomia, Teredo*.

Unsere Kenntnisse über das Gefässsystem der verschiedenen Typen der Lamellibranchier sind noch sehr mangelhaft. Es wurde besonders bei den Najaden und der Miesmuschel untersucht. Das stets dorsale Herz ist doppelt bei *Arca*, wo die Herzkammer durch das Rectum in zwei besondere Kammern getheilt wird. In der Regel existirt jedoch nur eine Herzkammer, der das arterielle Blut von den Kiemen durch zwei seitliche Vorkammern zugeführt wird, in welche die Kiemenvenen durch mehr oder minder weite Oeffnungen münden. Die Aorten entstehen an der Herzkammer durch einen (*Mytilus*) oder zwei Stämme, wie bei *Anodonta*. Das Blut wird durch sie in alle Organe geführt, wo es sich in mehr oder weniger grosse, im Körperparenchym ausgehöhlte Hohlräume ergiesst, aus welchen es zu den Kiemen und dann durch ein noch wenig bekanntes venöses Netz zum Herzen zurückgebracht wird. Im Allgemeinen erkennt man das Vorhandensein dreier grosser Venenstämme,

von welchen der eine, median unter dem Herzen verlaufende, das von den Hohlräumen des Fusses herkommende Blut aufnimmt, während die beiden anderen, seitlich an der Kiemenbasis verlaufenden, das Blut sammeln, bevor es in das Kiemennetz eindringt und nachdem es die Wände des Bojanus'schen Organes bespült hat. Das Herz ist von einem Herzbeutel umgeben, welcher bei *Anomia* und *Ostrea* zu fehlen scheint, weil er unmittelbar an den Wandungen der Herzkammer anliegt.

Die meisten Lamellibranchier scheinen die Fähigkeit zu besitzen, ihren Körper mit dem umspülenden Wasser voll zu saugen, und mehrere Autoren haben diese Fähigkeit für unbestreitbar angesehen. Nichts destoweniger bleibt noch immer die directe Verbindung zwischen Blut und Wasser durch das Bojanus'sche Organ, die Intercellularcanälchen des Epitheliums oder die durch sogenannte Wasserporen sich öffnenden Hohlräume, höchst zweifelhaft. Agassiz fand in der Flüssigkeit, die aus dem Fusse einer aus dem Wasser genommenen Mactra spritzte, Blutkörperchen; einige Autoren behaupten sogar, Zeugungsproducte darin gesehen zu haben, jedoch können diese Erscheinungen auch durch zufällige Zerreissungen der Blutsinusse erklärt werden. Anderseits wurden in letzter Zeit, wie wir oben gesagt haben, die an der Fussoberfläche sich öffnenden, sogenannten Wasserporen als Ueberbleibsel einer atrophirten Byssusdrüse betrachtet. Diese Auffassung wurde namentlich von Carrière und Barrois vertheidigt, welche grössere Schnittserien bei zahlreichen Gattungen untersuchten und nie Spuren von Communicationen zwischen den Bluträumen und den rudimentären Canälchen dieser Drüsen finden konnten. Man kann demnach gegenwärtig das Vorhandensein eines speciellen Irrigationssystemes nicht als bewiesen ansehen und es ist wahrscheinlich, dass die plötzlichen Volumenänderungen gewisser Organe, wie des Fusses, dem schnellen Ueberfliessen der Blutmasse von einem Punkte des Körpers zum anderen zugeschrieben werden müssen, wie wir es bei *Anodonta* angenommen haben.

Die Kiemen sind bei *Corbis, Lucina* auf ein einziges Paar reducirt, dann aber durch mehrere über einander geschichtete Lamellen gebildet, die ihnen eine grosse Dicke geben. In der Regel finden sich jedoch zwei Paare von Kiemenblättern vor, die bisweilen gleich gross sind (*Ostrea, Pecten*); meist ist das eine Paar länger als das andere. Bei *Petricola* erstreckt sich die äussere Kieme so weit nach hinten, dass man sie für eine dritte Kieme ansehen könnte; sie geht bis zu dem Sipho bei *Pholas*, *Teredo*. Manchmal verschmelzen die Kiemenblätter hinter der Visceralmasse mit einander (*Lutraria*), in anderen Fällen bleiben sie gänzlich frei (*Arca*, *Pecten*).

Jedes Kiemenblättchen wird wenigstens aus zwei aneinander liegenden Lamellen gebildet, die einen Raum oder eine Zwischenbranchialkammer begrenzen, welche mehr oder weniger durch die Wände des Bindegewebes in Abtheilungen getrennt ist. Die Lamellen sind durch ein chitinöses Skelett paralleler Stäbchen gestützt, die bei den Jungen frei sind und es während des ganzen Lebens bei einigen Gattungen (*Arca*) bleiben, deren Kiemen dann aus einzelnen Franzen bestehen. Diese Stäbchen sind meistens quer verbunden, entweder durch musculöse Bündel oder durch chitinöse Stäbchen, so dass das Ganze eine Art von Gitter bildet.

Die manchmal äusserst gefaltete Kiemenfläche, welche durch diese Faltung an Oberfläche gewinnt, ist stets mehr oder minder von Wimpern bedeckt, deren stetige Bewegung die Wassercirculation unterhält und ausserdem die Nahrungstheilchen zum Munde zu treiben scheint.

Bei den Najaden ist die äussere Kieme nicht nur zur Athmung, sondern auch noch zur Brutkammer bestimmt, wie wir es bei *Anodonta* erwähnt haben.

Das bei allen Lamellibranchiern vorhandene Bojanus'sche Organ zeigt eine von der Gestalt des Thieres abhängige Form und eine im Verhältniss zur Körpergrösse stehende Ausbildung. Im Princip besteht dieses schwammige Organ aus zwei symmetrisch ausgestreckten Säcken, die an der Kiemenbasis und unterhalb des Herzbeutels gelegen sind. Seine braune Farbe lässt es leicht erkennen. Jeder der Säcke ist in eine sehr gefaltete und complicirte Drüsenregion und in eine nicht drüsige, mit glatten Wänden versehene Hälfte getheilt, welche über der ersteren liegt. Das Blut strömt in Menge durch ein sehr reiches Capillarnetz und entledigt sich seiner unnöthigen Producte, wahrscheinlich durch die Thätigkeit der gewöhnlich mit verschiedenen Ablagerungen beladenen Drüsenzellen, welche das Parenchym des Organes bilden.

Bei *Unio, Cardium* u. s. w. mündet eine besondere Oeffnung des Bojanus'schen Organes in die Höhle des Herzbeutels, wie bei *Anodonta*. Was die Ausstossung der abgesonderten Producte anbetrifft, so erfolgt sie durch einen Canal, welcher nach aussen mündet, manchmal neben den Genitalöffnungen (*Mactra, Cardium*), manchmal in den Eileiter selbst (*Arca, Pinna*).

Sabatier hat als gezackte Organe (*organes godronnés*) kleine Gebilde beschrieben, die sich in dem Winkel zwischen der Kieme und dem Mantel bei *Mytilus* befinden, und die früher als dem Bojanus'schen Organe angehörig betrachtet worden sind. Es scheint aber, dass sie in der That vorwiegend zur Athmung dienen.

Die Geschlechtsorgane zeigen in der ganzen Classe eine grosse Einförmigkeit. Sie sind immer nach dem Typus der traubenförmigen Drüsen gebildet, paarig und symmetrisch, und dehnen sich zur Zeit ihrer Reife bedeutend aus. Sie befinden sich in dem Körperparenchym zwischen dem Fusse, der Leber und dem Bojanus'schen Organe. Bei *Mytilus*, *Anomia* wandern sie sogar grösstentheils in die Mantellappen aus.

Die Geschlechter sind gewöhnlich getrennt; die Structur der männlichen und weiblichen Drüsen ist genau dieselbe. Bei vielen Gattungen lassen sich die Hoden erkennen, weil sie bleicher als die Eierstöcke sind, die im Momente der Fortpflanzung sich öfter röthlich oder orangegelb färben. Wenn die äussere Kieme als Brutorgan fungirt, wie es der Fall bei den Najaden ist, so ist die Schale der Weibchen gewölbter als die der Männchen.

Fälle von Hermaphroditismus kommen häufig vor (*Ostrea, Janira, Pandora, Pecten* u. s. w.); vielleicht sind sie noch zahlreicher, als man es bis jetzt beobachtet hat, da gewisse Individuen zu verschiedenen Jahreszeiten abwechselnd Zoospermen oder Eier erzeugen und somit dem oberflächlichen Beobachter eingeschlechtig erscheinen. Uebrigens kommen bei entschieden eingeschlechtigen Gattungen, wie *Unio* und *Anodonta*, hier und da Hermaphroditen vor.

Bei den eigentlichen Hermaphroditen giebt es solche, die männliche und weibliche Bläschen in einer einzigen Drüsentraube enthalten (*Ostrea*), während bei anderen die Drüsenportionen verschiedenen Geschlechts deutlicher getrennt sind (*Pecten*).

Die Absonderungscanälchen jeder Drüsengruppe laufen zusammen und endigen zuletzt in einem Sammelcanal, welcher sich auf beiden Seiten des Körpers neben der Mündung des Bojanus'schen Organes öffnet (*Mactra, Ostrea*). Manchmal aber verbindet sich dieser Ausführungscanal mit dem des Bojanus'schen Organes (*Pinna, Arca, Mytilus*), oder mündet sogar in die Höhlung des Bojanus'schen Organes selbst ein (*Pecten, Lima, Spondylus*) (Lacaze-Duthiers).

Die Befruchtung geht, da Begattungsorgane nie vorhanden sind, in der Mantelhöhle vor sich. Bei den getrennt geschlechtlichen wird der Samen

in das Wasser ausgestossen, und da die Thiere gewöhnlich in grossen Schaaren zusammenleben und die Zoospermen eine bedeutende Lebenszähigkeit besitzen, so werden sie sicher grösstentheils durch den Strom des Athmungswassers mitgerissen und so in die Mantelhöhlung der Weibchen geführt.

Die Hermaphroditen befruchten sich selber, wenn die Reife der Samenzellen mit derjenigen der Eier zusammentrifft, wie es Lacaze-Duthiers bei *Cardium serratum* beobachtet hat.

Die Larven der in der See lebenden Muschelthiere besitzen stets ein Wimpersegel, das ihnen zum Schwimmen dient.

Literatur. — G. Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques*, Paris 1817. — Bojanus, Ueber die Athem- und Kreislaufswerkzeuge der zweischaligen Muscheln. Isis, 1817, 1820, 1827. — A. Müller, Ueber den Byssus der Acephalen. Arch. für Naturgesch., Bd. III, 1838. — Krohn, Ueber augenähnliche Organe. Arch. f. Anat. und Physiol., 1840. — Garner, *On the Anatomy of the Lamellibranchiate Conchifera. Transact. zool. Soc. London*, Tom. II, 1841. — Siebold, Ueber das Gehörorgan der Mollusken. Arch. f. Naturgesch., 1841, Bd. I. — Milne-Edwards, Mehrere Abhandlungen in: *Annales des Sciences naturelles*, 1845, 1848. — De Quatrefages, *Anatomie du Taret. Ann. des Sc. nat.* 1848, 1849, 1850. — De Lacaze-Duthiers, Mehrere Abhandlungen und Monographien in: *Annales des Sciences naturelles* von 1854 bis 1861, besonders über das Bojanus'sche Organ, die Geschlechtsorgane, die Kiemen etc. — Duvernoy, *Mémoire sur le système nerveux des Mollusques acéphales. Mémoires de l'Acad. des Sc. de Paris*, Tom. XXIV, 1853. — Keber, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere. Königsberg 1851. — Alder and Hancock, *On the branchial currents in Pholas and Mya. Ann. Mag. nat. Hist.* 1851, 1852, 1853. — J. Williams, *On the Mechanism of aquatic Respiration in invertebrated animals*, ibid. 1854. — C. Langer, Ueber das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. VIII, 1854 und Bd. XII, 1856. — O. Schmidt, Zur Entwickelungsgeschichte der Najaden. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1856. — F. Leydig, Ueber *Cyclas cornea*. Müller's Archiv 1855. — v. Hessling, Die Perlmuscheln. Leipzig 1859. — V. Hensen, Ueber das Auge einiger Lamellibranchiaten. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XV, 1865. — L. Vaillant, *Recherches sur la famille des Tridacnides. Ann. des Sc. nat.*, 5e série, Tom. IV, 1865. — F. A. Forel, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Najaden. Würzburg 1867. — Flemming, Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat., Bd. VI, 1870. — H. v. Ihering, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Najaden. Sitzungsber. d. naturw. Gesellschaft. Leipzig 1874. — W. Flemming, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Najaden. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1875. — C. Rabl, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Malermuschel. Jen. naturw. Zeitschr., Bd. X, 1876. — C. Posner, Ueber den Bau der Najadenkieme. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XI, 1875, Bd. XII, 1877. — R. Bonnet, Der Bau und die Circulation der Acephalenkieme. Morph. Jahrbuch, Bd. III, 1877. — R. H. Peck, *Gills of Lamellibranchiate Mollusca. Quart. Journ. of mikrosk. sc.*, Tom. XVII, 1877. — Griessbach, Ueber den Bau des Bojanus'schen Organes der Teichmuschel. Arch. f. Naturgesch. 1877. — Ders., Ueber das Gefässsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXVIII, 1883. — Ders., Zur Frage: Wasseraufnahme bei den Mollusken. Zool. Anzeiger, Nr. 163, 1884. — Kollmann, Der Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchiaten, den Aplysien und den Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXVI, 1876. — Ders., *Pori aquiferi* und Intercellulargänge im Fusse der Lamellibranchiaten und Gastropoden. Verh. der Naturforschenden Gesellsch. in Basel, 1883, Bd. VII. — Ders., Die Bindesubstanz der Acephalen. Arch. f. mikroskopische Anat., Bd. XIII, 1877. — Carrière, Die Fussdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefässsystem der Lamellibranchiaten und Gastropoden. Arch. f. mikrosk. Anat.

Bd. XXI, 1882. — Ders., Die embryonale Byssusdrüse von *Anodonta*. Zool. Anzeiger 1884, Nr. 158. — Cattie, Ueber die Wasseraufnahme der Lamellibranchiaten. Zool. Anzeiger 1883, Nr. 151. — A. Sabatier, *Études sur la Moule commune. Extrait des Mém. de l'Acad. des Sc. et Lett. de Montpellier et Annales des Sc. nat.*, Tom. V, 1877. — H. v. Ihering, Ueber *Anomia* etc. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXX, Suppl. 1878. — Schierholz, Zur Entwicklungsgeschichte der Teich- und Flussmuschel. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXI, 1879. — J. Chatin, *Sur la structure et les rapports de la choroïde et de la rétine chez Pecten, et Recherches histologiques et physiologiques sur le nerf ophthalmique de Pecten. Bulletin de la Société philomatique* 1877. — S. Lovén, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der *Mollusca acephala* (Uebersetzung einer Abhandlung in schwedischer Sprache, 1858), Stockholm 1879. — W. Flemming, Ueber die Blutzellen der Acephalen und Bemerkungen über deren Blutbahnen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XV, 1878. — De Lacaze-Duthiers, *Morphologie des Acéphales.* 1er *Mémoire. Anatomie de l'Arrosoir (Aspergillum dichotomum). Arch. de Zool. exp.*, 2e *série*, Tom. I, 1883. — W. Flemming, Bemerkungen hinsichtlich der Blutbahnen und der Bindesubstanz bei Najaden und Mytiliden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXIX, 1883. — Ders., Ueber Organe vom Bau der Geschmacksknospen an den Tastern verschiedener Mollusken. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. XXIII, 1884. — Sharp, *On the visual organs in Lamellibranchiata.* Mitth. zu Stat. Neapel, Tom. V, 1884. — Schiemenz, Ueber die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden, ibid., Bd. V, 1884. — Hanitsch, Die Wasseraufnahme bei *Cyclas* und *Anodonta*. Inauguraldissertat., Jena 1884. — Th. Barrois, *Les glandes du pied et les pores aquifères chez les Lamellibranches*, in-4°, Lille 1885. — A. Fleischmann, Die Bewegung des Fusses der Lamellibranchiaten. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XLII, 1885. — F. Müller, Ueber die Schalenbildung bei Lamellibranchiaten. Zoologische Beiträge von Anton. Schneider, Bd. I, Breslau 1885.

Classe der Scaphopoden.

Die Gattung *Dentalium*, welche diese Classe bildet, stellt durch ihre eigenthümlichen Charaktere einen Uebergangstypus zwischen Lamellibranchiern und Gasteropoden her. *Dentalium* hat keinen gesonderten Kopf wie die letzteren; der langgestreckte cylindrische Körper ist von einem geschlossenen, an beiden Enden offenen Mantel eingehüllt und von einer gleichgestalteten Schale bedeckt. Der Darm ist vollständig, die Leber voluminös, der Mund von lappenförmigen Anhängen umgeben und, wie bei den Gasteropoden, mit einer chitinösen Zunge, einer Radula, bewaffnet. Das Herz fehlt, das Lacunensystem ist sehr entwickelt. Die Geschlechter sind getrennt und die mit einem grossen Wimpersegel versehene, übrigens eher einer Wurmlarve ähnliche Larve trägt während einiger Zeit eine kleine, zweiklappige Schale, welche derjenigen der Lamellibranchier ähnlich ist. Ueber alle weiteren Einzelheiten des Baues, auf die wir hier nicht eingehen können, verweisen wir auf die classische Monographie von Lacaze-Duthiers: Histoire du Dentale. Annales des Sciences natur., 4me série, Vol. VI, VII et VIII. Auch im Einzeldrucke erschienen: Paris, chez Masson, 1858, in-4°.

Classe der Gasteropoden (Cephalophoren; Schnecken).

Die diese Classe bildenden Mollusken zeigen sehr verschiedene Formen. Sie unterscheiden sich von den Lamellibranchiern, indem der Vordertheil ihres Körpers mehr oder weniger als gesonderter Kopf hervortritt, der die Sinnesorgane trägt. Ausserdem trifft man bei ihnen niemals einen in Lappen getheilten Mantel; dieser ist im Gegentheil einförmig und bedeckt die Athmungshöhle. Letztere communicirt mit dem Wasser oder der Luft durch eine Oeffnung oder eine Art Sipho.

Ueber dem stets bauchständigen Fusse liegen die Eingeweide, deren ursprünglich bilaterale Symmetrie, meist auf der linken Seite, einestheils durch die Atrophie gewisser Organe (Niere, Kiemen u. s. w.), anderentheils durch den oberhalb des Fusses vorragenden und in den meisten Fällen spiralig gewundenen Darmsack gestört wird. Der Fuss dient dem Thiere als Stütz- und Kriechorgan. Bei den pelagischen Heteropoden wandelt er sich in eine Schwimmflosse um.

Der Mantelrand ist in der Regel durch einen drüsenartigen Wulst verdickt, welcher die Schale absondert. Dieselbe besteht meist aus einem einzigen, mehr oder weniger spiralförmig gewundenen Rohre oder auch aus mehreren beweglichen Stücken, wie es der Fall bei den Placophoren ist.

Das Nervensystem ist wenigstens durch drei Paare von Ganglien dargestellt; die Hirn-, Eingeweide- und Fussganglien. Sie sind durch zwei Ringe bildende Commissuren untereinander verbunden, wie bei den Blattkiemern; die mit einem regsameren Leben in Verbindung stehenden Sinnesorgane sind aber bedeutend mehr entwickelt, als bei letzteren.

Der den Körper meist an Länge übertreffende Darmcanal ist gewöhnlich auf sich selbst gewunden. Der Mund ist mit harten und hornigen Kauapparaten, Kiefer und Radula, bewaffnet. Der Darm besitzt als Anhangsorgane Schleim- oder Speicheldrüsen und eine grosse, vielgelappte, fälschlich Leber genannte Verdauungsdrüse.

Fast immer existirt bei den Gasteropoden ein arterielles, dorsales Herz, aus welchem die das Blut zu den Hohlräumen der Organe führenden Arterien entstehen. Die Nahrungsflüssigkeit wird manchmal zu dem Athmungsorgane und dann zum Herzen durch Venen zurückgeleitet, welche aber auch fehlen können.

Die in der Mantelhöhlung befindlichen und mit der Mantelwand mehr oder weniger in Beziehung stehenden Athmungsorgane, Kiemen oder Lungen, sind beinahe immer vorhanden. Wenn sie fehlen, geschieht die Athmung durch die Haut.

Die Gasteropoden haben eine dem Bojanus'schen Organ der Blattkiemer entsprechende Niere, sowie zahlreiche Drüsen, die Schleim, Säuren und färbende (Purpur) oder phosphorescirende Substanzen absondern.

Ihr Geschlechtsapparat ist öfters sehr complicirt. Die einen sind Hermaphroditen, die anderen getrennten Geschlechts.

Wir theilen sie in die vier folgenden Abtheilungen ein, denen sich später wohl die Gruppe der Pteropoden anschliessen wird, welche die Mehrzahl der Zoologen aber noch als eine getrennte Classe betrachtet und die wir deswegen besonders behandeln werden.

Erste Ordnung: Die *Prosobranchier* — Gasteropoden, die durch vorn vor dem Herzen gelegene Kiemen athmen. Sie besitzen eine Schale und sind getrennten Geschlechts. Beispiele: *Chiton*, *Patella*, *Haliotis*.

Zweite Ordnung: Die *Opisthobranchier*. — Athmen durch hinter dem Herzen befindliche Kiemen. Die meisten besitzen keine Schale (Nudibranchier). Sie sind Zwitter. Beispiele: *Doris*, *Eolidia*, *Aplysia*.

Dritte Ordnung: Die *Pulmonaten*. — Athmen durch Lungen, welche beinahe immer vor dem Herzen liegen. Die meisten tragen eine spiralige Schale und sind Hermaphroditen. Beispiele: *Limnaeus*, *Helix*, *Limax*.

Vierte Ordnung: Die *Heteropoden*. — Ihre Tegumente sind durchsichtig. Sie athmen durch Kiemen. Der Fuss ist in eine Flosse umgewandelt. Getrennten Geschlechts. Beispiele: *Atlanta*, *Carinaria*, *Pterotrachea*.

Typus: *Helix pomatia* (*L.*). — Gewöhnlich Weinbergschnecke genannt. Diese Landschnecke dient in allen Laboratorien ihrer Grösse, Häufigkeit und weiten Verbreitung wegen als Gegenstand der Untersuchung; sie musste deshalb in erster Linie berücksichtigt werden.

Sie zeichnet sich durch viele charakteristische Eigenschaften aus; ihr Geschlechtsapparat ist sehr complicirt, und wenn ihr Leben auf dem Lande ein von den meisten anderen Gasteropoden abweichendes Athmungssystem bedingt, so werden wir finden, dass Uebergangsformen zwischen Kiemen- und Lungensäcken bei den Thieren dieser Classe existiren. Während des Winters schliesst sich die Weinbergschnecke in ihr Gehäuse ein und schlummert unter der Erde, bis zur Wiederkehr der ersten Frühlingsregen. Man findet sie in grosser Anzahl auf den Märkten; es ist also leicht, sie zu bekommen.

Die Zergliederung der Weinbergschnecke wird durch die relative Festigkeit ihrer Gewebe und die Unabhängigkeit der verschiedenen Organe erleichtert.

Präparation. — Die Zusammenziehbarkeit der Gewebe des Thieres verhindert seine Zergliederung in frischem Zustande. Um es zu tödten, erstickt man es in einem mit abgekochtem Wasser gefüllten

Gefässe, welches hermetisch verschlossen wird. Es stirbt und zieht sich, wenn man es reizt, nach 24 bis 48 Stunden nicht mehr zusammen, etwas später im Winter als im Sommer; auf diese Art stirbt es, vollkommen ausgedehnt, was seine Zergliederung erleichtert. Im Falle man seine Unbeweglichkeit beschleunigen möchte, rathen wir, dem Wasser 2 bis 3 Proc. Chloral zuzusetzen.

Nach dem Tode entfernt man die Schale, indem man dieselbe Stück für Stück mit einer starken Scheere, den Nahtlinien der Windungen folgend, aufbricht. Man nimmt diese Operation am besten unter einem kleinen Wasserstrahl vor, um sogleich die abgesonderten Schleimmassen zu entfernen; man hüte sich, die Haut zu verletzen und schneide den Columellarmuskel, durch welchen das Thier an der Schale befestigt ist, so nahe als möglich an dieser ab. Dann geht man zur makroskopischen Zergliederung über.

Für histologische Beobachtungen muss man, um die Gewebe zu fixiren, die wohl ausgebreitete Schnecke in eine warme Sublimatlösung legen, nachdem die Rückenhaut aufgeschlitzt worden ist, um so das Eindringen des Reagens zu erleichtern. Man kann auch wenigstens ein halbes Liter einer einprocentigen Chromsäurelösung in ähnlicher Weise benutzen, doch nur in den Fällen, wo es sich nicht um Untersuchung der Kalkconcretionen der Haut oder der Otolithen handelt, da diese von der Chromsäure aufgelöst werden. Die Osmiumsäure zu 0,5 oder 1 Proc. ist immer noch das beste Fixativ, man kann sie aber nur für kleinere Organtheilchen gebrauchen.

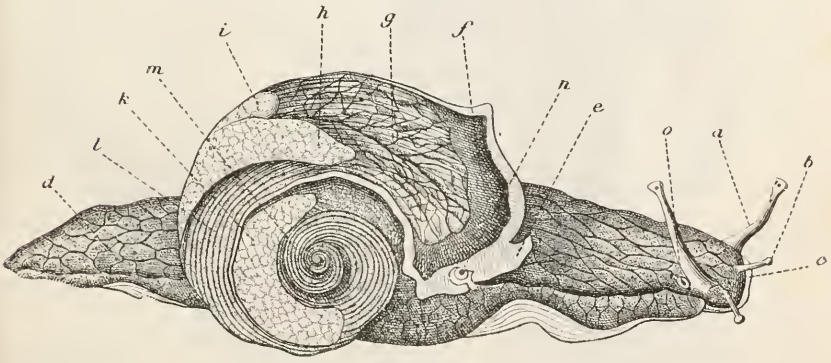
Mit folgendem Verfahren haben wir von Individuen von geringer Grösse gute Schnittserien erhalten: Asphyxie durch Untertauchung; Fixation in einer grossen Quantität einprocentiger Chromsäurelösung; Auslaugung mit Wasser; Härtung in siebziggradigem Alkohol; Zertheilung des Thieres in zwei oder drei Theile, welche man in toto mit Boraxcarmin färbt; Entfärbung in gesäuertem Alkohol (s. S. 22); Entwässerung in absolutem Alkohol; Verbleiben in Terpentin und endlich Einschliessung in weichem Paraffin (zwischen 45 und 50° schmelzend). Das Rasirmesser trifft nur an dem hornigen Kiefer und an dem durch die Chromsäure nicht immer aufgelösten Liebespfeile auf einigen Widerstand.

Zergliederung.— Das todte Thier wird mit seinem Fusse an einer Korkscheibe durch Stecknadeln befestigt. Man schlitzt dann mit einer feinen Scheere die Körperwand auf der Medianlinie des Rückens von vorn nach hinten auf, ohne die Scheerenspitze zu tief einzustossen, um nicht die inneren Organe zu verletzen. Am Halskragen oder Mantelwulst angelangt (*c*, Fig. 361), durchschneidet man diesen mit einem Schnitt, sowie die die Lungenhöhle (*g*, Fig. 361) bedeckende Mantelfalte, welche man nach der rechten Seite (23, Fig. 363) umlegt. Der Boden dieser Höhlung wird durch die Körperwand gebildet; man

spaltet dieselbe der Länge nach, indem man stets der Höhe der Windungen nachgeht. Es handelt sich darum, vorsichtig zu verfahren und mit der Pincette die auf den Eingeweiden eng anliegende Körperdecke immer in die Höhe zu ziehen; Leber und Darm namentlich werden leicht verletzt.

Die verschiedenen eng aneinander gepressten Organe sind von einem losen Bindegewebe, welches keinen grossen Widerstand bietet, umhüllt; sie sind durch musculöse Bändchen zusammengeheftet, die man durchschneiden muss, um die Organe zu entfalten. Der an seiner bräunlichen Farbe erkennbare Darm (*e*, Fig. 363) und der von breiten, weisslichen Schleimdrüsen (*d*, *i*, Fig. 363) bedeckte Magen werden auf die linke Seite gelegt und mit Stecknadeln festgehalten, während man auf der rechten Seite den weissen Geschlechtsapparat ausbreitet. Dem Anfänger rathen wir, den Darm gänzlich zu entfalten, um seine Beziehungen zur Leber zu constatiren; nur wird

Fig. 361.

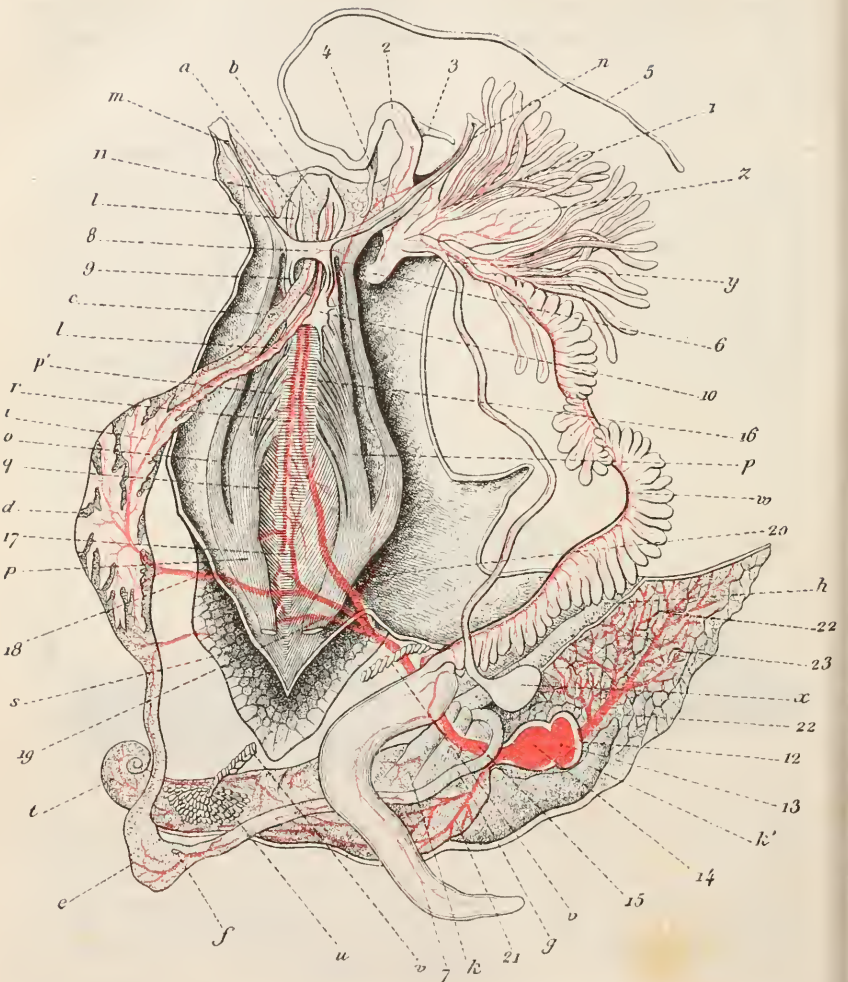


Helix pomatia. — Das im Wasser erstickte und von seiner Schale entblösste Thier, von der rechten Seite gesehen. *a*, Grosse Tentakel oder Augenfühler; *b*, kleine Tentakel; *c*, Peristom; *d*, Fuss; *e*, drüsiger Wulst des Mantels; *f*, der Körperwand angehefteter Manteltheil; *g*, gefässreicher Theil des Mantels, der den Lungensack bedeckt; *h*, Niere; *i*, das durch den Herzbeutel durchschimmernde Herz; *k*, Eiweissdrüse; *l*, Leber; *m*, letzte Spiralwindung; *n*, Oeffnung des Lungensackes (Pneumostom) und After; *o*, Geschlechtsöffnung.

er Sorge tragen, den Zwittercanal nicht zu verletzen, welcher die gleichnamige Drüse (die in dem letzten Leberlappen auf der Innenfläche der äussersten Spiralwindung eingegraben liegt) mit der Eiweissdrüse und dem Uterus verbindet. Er kann die Organe so ausbreiten, wie es Cuvier in der sein berühmtes „*Mémoire sur la limace et le colimaçon*“ (siehe Literatur) begleitenden Figur gethan hat. Diese Figur ist in allen Handbüchern wiedergegeben.

Wir halten es für überflüssig, hier eine Schilderung der allgemeinen Lagerung der Organe zu geben. Das Studium unserer Figuren 361

Fig. 362.



Helix pomatia. — Präparat des Thieres, nach Injection des arteriellen Gefässsystemes, um die allgemeine Anordnung der Organe zu zeigen. *a*, Pharynx; *b*, Anfang der Speiseröhre; *c*, Speiseröhre; *d*, Magen; *e*, Blindsack des Darms, in welchen die Ausführungsgänge der Verdauungsdrüse oder Leber bei *f* münden; *g*, Darmwindungen in der Leber (sie wurden nicht gänzlich isolirt, um die Beziehungen zwischen Herz und Aorta zu erhalten); *h*, Rectum; *i*, Speicheldrüsen; *k*, Verdauungsdrüse oder Leber; *k'*, Niere; *l*, in den Pharynx auf beiden Seiten der Speiseröhre mündende Ausführungsgänge der Speicheldrüsen; *m*, theilweise eingestülpter linker Tentakel; *n*, ausgedehnter rechter Tentakel; *o*, Rückziehmuskeln der Tentakel; *p*, Columellarmuskel (der unpaare Muskel, welcher die Columellarmuskeln bedeckt und sich vorn an der unteren Fläche des Pharynx ansetzt, ist abgeschnitten worden, um die Fussarterie

und 362 wird die Orientirung sehr erleichtern. Die Figur 361 stellt die Weinbergschneeke dar, wie sie sich bei abgelegtem Gehäuse von der rechten Seite zeigt; die angezeigten Organe sind leicht durch ihre verschiedenen Färbungen zu erkennen; man sieht sie durch die Tegumente durchschimmern. Der Fuss hat die Form einer auf der Kriechfläche abgeplatteten Spindel. Das Herz ist rückenständig; der Kopf unterscheidet sich durch die vier Fühler, deren grösseres Paar die Augen trägt (*a*, *b*, Fig. 361). Die Lebermasse und die Anhänge der Geschlechtsdrüsen sind in einem spiralig gewundenen Sacke, dem Eingeweidesacke, gelegen, welcher sich auf der Rückenfläche des Fusses erhebt. Auf der rechten Seite des Mantelrandes bemerkt man die Athmungsöffnung (*n*), die zu gleicher Zeit zur Ausstossung der Excremente dient. Hinter dem rechten Augenfühler zeigt sich die kleine Geschlechtsöffnung (*o*). Wir haben uns bemüht, in unserer Figur 362 eine Gesammtdarstellung unseres Typus wiederzugeben. Es ist zu bemerken, dass wir den Darm nicht auf seiner ganzen Länge von seiner Verbindung mit der Leber losgelöst haben, um die Communicationen des Herzens mit den hauptsächlichen arteriellen Stämmen zu bewahren. Die Zeichnung wurde nach einem zuvor mit Carmin injicirten Exemplare gemacht. Es ist selbstverständlich, dass man das Thier im Sinne seines Ganges, den Kopf nach vorn, den Fuss nach unten und den Eingeweidesack etwas nach rechts geworfen, orientirt.

Wir werden bei Gelegenheit der einzelnen Organe die vortheilhaftesten Methoden für die Zergliederung derselben angeben.

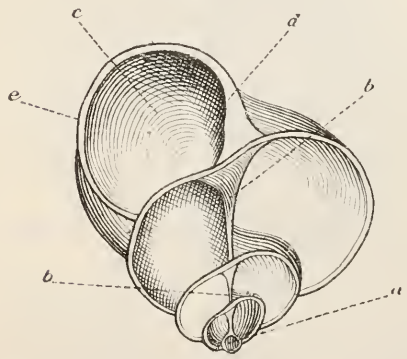
Schale. — Das kalkige Gehäuse, in welches das Thier mittelst seines Columellarmuskels sich gänzlich zurückziehen kann, wird durch den Rand des Mantels abgesondert. Es besteht namentlich aus einer organischen Substanz, dem Conchilin, welche man durch längeres Maceriren in schwacher Salpetersäure isoliren kann, und aus krystallinischen Mineralsubstanzen, unter welchen kohlensaurer Kalk vorwiegt. Dieselben sind in Form von Lamellen und kleinen Prismen abgelagert. Die Schale ist aus einem einzigen Stück mit einer einzigen

bloss zu legen); *q*, schiefe Muskeln des Fusses; *r*, Quermuskeln des Fusses; *s*, unverletzte hintere Region des Fusses; *t*, Endwindung der Leber; *u*, Zwitterdrüse; *v*, Ausführungsgang der Zwitterdrüse (er wurde durchschnitten, um die Ausbreitung der Organe zu ermöglichen); *w*, Uterus; *x*, Samenbläschen; *y*, vom Uterus lospräparirter Canal des Samenbläschens; *z*, Liebespfeiltasche; 1, vielspaltige Drüsen; 2, Penis; 3, Ende des Samenganges; 4, Rückziehmuskel des Penis; 5, Flagellum; 6, Geschlechtscloake; 7, Eiweissdrüse; 8, Hirn; 9, Unterschlundcommissuren; 10, Viscero-Pedal-Ganglion; 11, Tentakelnerv; 12, geöffneter Herzbeutel; 13, Vorkammer; 14, Herzkammer; 15, Aorta; 16, Kopfarterie, die nach vorn das Viscero-Pedal-Ganglion durchsetzt; 17, tiefe, sich zwischen den Fussmuskeln verzweigende Arterie; 18, auf dem Magen und den Speichelgängen sich verzweigende Speichelarterie; 19, Darmarterie; 20, Zweig zum Fuss- und zum Columellarmuskel; 21, Eingeweidearterie (*A. hépato-intestinale* Cuvier); 22, Lungenvene, das arterielle Blut zur Vorkammer zurückführend; 23, Rückenwand des Mantels mit den Verzweigungen der Venen.

ungekammerten Höhlung gebildet; man zählt bei ihr vier um eine feste Axe, die Columella (*b*, Fig. 363), aufgerollte Spiralwindungen. Ihre Orientirung wechselt je nach den conchyliologischen Systemen; wir verweisen, was die Einzelheiten anbetrifft, auf das Handbuch der Conchyliologie von Fischer. Wir richten die Schale mit dem Munde (*c*) nach vorn und der Spitze (*a*) nach hinten, wie wir es in Fig. 363 dargestellt haben. Wir unterscheiden am Munde eine auf der Seite der Columella stehende innere Lippe (*d*) und eine äussere Lippe (*e*). Die Schale wird ganzmundig (holostom) genannt, weil die Ränder ihres Mundes regelmässig glatt, ohne Ausschnitte und Verzierungen sind.

Beim Heranrücken des Winters sondert die Weinbergschnecke durch ihren Mantelwulst eine Art von Deckel, das sogenannte Epiphragma, ab, welches die Oeffnung der Schale schliesst. Dieser Deckel, welcher dem permaneuten Deckel anderer Gasteropoden nicht homolog ist, weil er stets frei und in keiner Verbindung mit dem Fusse steht, unterscheidet sich von dem Gehäuse durch seine Zusammensetzung; er enthält eine viel grössere Menge von phosphorsaurem Kalk, welcher mit dem kohlensauren Kalk vermengt ist. Zur Frühlingszeit fällt das Epiphragma ab, um sich aufs Neue im Spätherbst zu bilden.

Fig. 363.



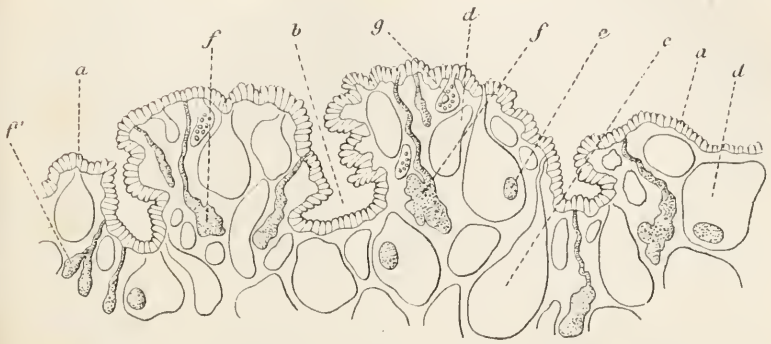
Helix pomatia. — Die der Länge nach gespaltene Schale, um die Spiralwindungen zu zeigen. *a*, Apex; *bb*, Columella; *c*, Oeffnung oder Mund der Schale; *d*, innere Lippe; *e*, äussere Lippe.

Tegumente. — Die Haut der Weinbergschnecke ist weich; sie zeigt auf der Oberfläche des Körpers, in den von der Schale nicht bedeckten Regionen, warzenförmige, durch Furchen getrennte Hervorragungen und setzt sich (Fig. 361) direct in das unterliegende dermomusculare Gewebe fort. Doch hebt sie sich auf der Rückenfläche, besonders bei ertränkten und in einer kochenden Sublimatlösung fixirten Thieren, leicht ab. Dieser Rückenregion entnehmen wir ein Fragment; nachdem es in Osmiumsäure zu 1 Proc. oder in Sublimat getränkt worden ist, färben wir es mit Carmin und zerlegen es in feine Schnitte. Eine längere Maceration von mehreren Tagen in einer schwachen Lösung von doppeltchromsaurem Kali erleichtert die Untersuchung der histologischen Elemente durch Zerzupfung.

Der ganze Körper wird durch die aus einer einzigen Schicht cylindrischer oder abgeplatteter Zellen bestehende Epidermis be-

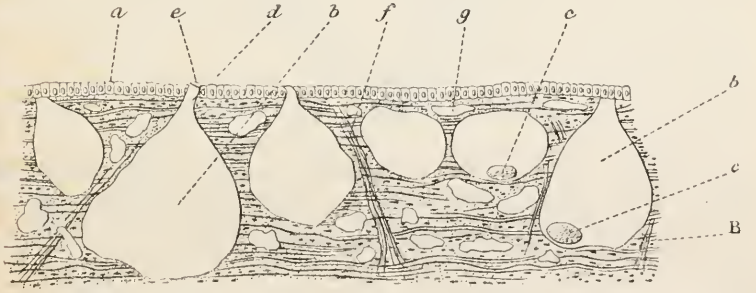
deckt (*a*, Fig. 364). Die abgeplattete Form trifft man besonders in den von der Schale überzogenen Theilen. Wir fanden darauf keine Wimpern, wie sie bei den im Wasser lebenden Gasteropoden vorhanden sind. Das Protoplasma dieser Zellen ist in frischem Zustande

Fig. 364.



Helix pomatia. — Senkrechter Durchschnitt der drüsigen Schicht der Rückenhaut, in einer stark warzigen Region. Leitz, Oc. 1, Obj. 5. *a*, Epidermis; *b*, Furche zwischen zwei Papillen; *c*, der Länge nach durchschnittene Schleimdrüsen; *d*, in verschiedenen Richtungen durchschnittene Schleimdrüsen, bei einigen hat der Schnitt den Kern *e* getroffen; *f*, mit einer körnigen Substanz angefüllte Kalkdrüsen; *f'*, Kalkdrüse mit doppeltem Sacke; *g*, birnförmige, gelbe Bläschen enthaltende Zellen.

Fig. 365.



Helix pomatia. — Senkrechter Schnitt durch die Rückenhaut, in einer Region ohne Papillen. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *a*, Epidermiszellen; *b*, Schleimdrüsen; *c*, Kern; *d*, Ausführungsgang einer solchen; *e*, Ausgangsöffnung; *f*, musculöse Bündel der Haut, in verschiedenen Richtungen gekreuzt; *g*, Lacunenräume.

etwas gelblich gefärbt; ihre Kerne treten deutlich hervor (*a*, Fig. 364 und 365). Unmittelbar darunter befindet sich eine unterbrochene Schicht von unregelmässig gesternten Pigmentzellen. Diese Zellen sind besonders in der den Lungensack (*c*, Fig. 366) bedeckenden Haut zahlreich; anderswo können sie gänzlich fehlen.

Die Lederhaut besteht aus einem lockeren Bindegewebe, welches grosse, verschieden gestaltete Zellen (*d*, Fig. 366), zahlreiche zerstreute oder in Haufen vereinte Kerne (*f*, Fig. 366) und musculöse, in allen Richtungen sich durchkreuzende Fäserchen (*f*, Fig. 365 und *e*, Fig. 366) enthält, zwischen denen sich hier und da Kalkconcretionen vorfinden.

Die oberflächliche Schicht der Lederhaut enthält eine Menge von einzelligen Drüsen, Schleim- und Kalkdrüsen, die besonders zahlreich in der Haut des Rückens, auf den Seiten des Fusses, namentlich auf der Höhe der Wärzchen und in dem Mantelwulst, angehäuft sind. Die durch die Schale geschützte Haut besitzt im Gegentheil keine solche Drüsen.

Die Schleimdrüsen (*c*, Fig. 364 und *b*, Fig. 365) sind manchmal gross genug, um mit nacktem Auge gesehen zu werden, sie sind birnförmig; ihr durchsichtiger, feinkörniger Inhalt zeigt in vielen Fällen einen sich in Carminlösungen stark färbenden Kern (*c*, Fig. 364 und *c*, Fig. 365). Sie münden durch eine, am Ende des die Epidermisschicht durchsetzenden Drüsencanales *d* gelegene Oeffnung (*c*, Fig. 365) nach aussen. Sie unterscheiden sich von den Kalkdrüsen, indem ihr Inhalt in Essigsäure nicht aufbraust. Senkrechte Durchschnitte der Haut treffen diese Drüsen in verschiedenen Richtungen.

Die Kalkdrüsen haben die Form länglicher Säckchen mit welligen Umrissen; ihre Anzahl scheint kleiner als diejenige der vorhergehenden zu sein; wir besitzen Schnitte wie derjenige in Fig. 365, wo sie gänzlich fehlen. Ihr Inhalt ist undurchsichtig und sehr körnig (*f*. Fig. 364). Sie sind manchmal ziemlich eng, schlauchförmig mit kaum erweitertem blindem Ende. Dagegen findet man welche, deren Sack doppelt ist (*f'*, Fig. 364). Leydig hat sie vom histologischen Standpunkte aus in seiner Arbeit: „Ueber die Hautdecke und Schale der Gasteropoden" (siehe Literatur) eingehend beschrieben.

Wie die vorigen entleeren die Kalkdrüsen ihren Inhalt mittelst eines feinen, mehr oder weniger verlängerten Ausführungsganges, welcher an der Oberfläche der Haut durch eine einzige kreisförmige Oeffnung endigt. Wir glauben, dass die Austreibung der Absonderungsstoffe durch die Bewegung der musculösen, rings um diese Drüsen sich durchkreuzenden Fäserchen der Haut bewirkt wird.

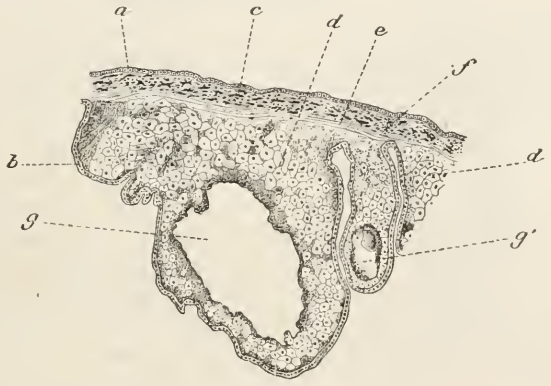
Endlich zeigen Durchschnitte der Haut zahlreiche Bluthohlräume, die leicht zu injiciren sind, wie wir es bei Gelegenheit des Kreislaufes zeigen werden.

Die den Lungensack bedeckende Haut ist dünner als diejenige, welche sich über die von der Schale nicht geschützten Körpertheile erstreckt; sie ist pigmentirter; ferner sind die Zellen ihres Epitheliums abgeplatteter; ihr schwammiges Bindegewebe (*d*, Fig. 366) ist von Arterien und Venen (*g*, *g'*) durchsetzt.

Das Peritonealblättchen, welches die Körperhöhle überzieht und auf die Oberfläche der Eingeweide übergeht, sowie die musculösen Bindegewebslamellen, welche die Eingeweide zusammenheften, bestehen aus runden Zellen, die einen grossen runden Kern besitzen, aus eiförmigen und sternigen Zellen, zwischen denen zahlreiche freie Kerne eingestreut sind.

Muskeln. — Alle Muskeln sind aus spindelförmigen, manchmal sehr in die Länge gezogenen Zellen mit gänzlich getrennten oder rudimentären Kernen gebildet; einige Fasern zeigen eine unvollkommene Querstreifung. Man wird die Muskelzellen auf Fragmenten untersuchen, die während einigen Tagen in einer Chromsäurelösung von 1 pro Mille macerirt worden sind. Der Herzmuskel eignet sich sehr gut zu diesem Studium. Die musculösen Fäserchen in der Haut sind äusserst dünn, man kann ihre Durchkreuzungen auf Fragmenten der Lungendecke oder

Fig. 366.



Helix pomatia. — Senkrechter Schnitt durch die Gefässwand des Lungensacks. Leitz, Oc. 1, Obj. 3. *a*, Epithelium; *b*, Endothelium; *c*, in den oberflächlichen Schichten der Haut zerstreute Pigmentzellen; *d*, grosse Zellen des Bindegewebes der Haut; *e*, oberflächliche musculöse Fasern; *f*, Kernhaufen; *g*, Durchschnitt eines Blutgefässes; *g'*, eben solches mit einem Blutgerinnsel im Inneren.

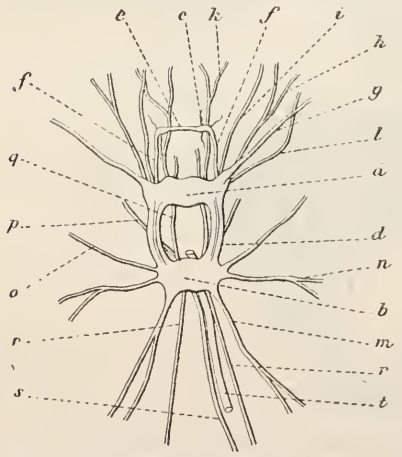
der musculösen Bindegewebslamellen, welche die Eingeweide untereinander verbinden, leicht nachweisen. Im Fusse, der die kräftigste Muskelmasse des Thieres bildet, kreuzen sich die dichten Bündel in allen Richtungen und werden durch Lacunenräume, von denen später die Rede sein wird, mit Blut getränkt. Querschnitte des Fusses gleichen einigermaassen Schnitten der Zunge der Säugethiere, mit welcher Cuvier bereits den Fuss unserer Schnecke verglichen hatte. Es befinden sich darin quere, dorso-ventrale, schräge und Längsbündel.

Oberhalb des Fusses und an der Eingeweidebasis findet sich der grosse Columellarmuskel (*p*, Fig. 363), welcher sich in zwei breite

Bänder spaltet, die sich nach vorn in mehrere schräg in den Fuss eindringende Bündel theilen. Die Rückziehmuskeln der Fühler (*o*, Fig. 363) zweigen sich ebenfalls vom Columellarmuskel ab. Dieser letztere, von dem ein unpaares Bündel den Schlundring durchsetzt und sich an der Basis der Muskelmasse des Pharynx inserirt, zieht den ganzen Vordertheil des Körpers in die Schale zurück. Er heftet sich mit seinem Hinterende der Columella an.

Wenn man das Thier öffnet, wird man den mit einem Ende an der Basis des Penis, mit dem anderen an der entgegengesetzten Körperwand inserirten Rückziehmuskel des Penis (4. Fig. 363) bemerken. Er muss abgeschnitten werden, wenn man den Geschlechtsapparat ausbreiten will; das Gleiche geschieht mit einigen anderen musculösen Bändchen, welche oberhalb des Darmes die Körperhöhle von einer Wand zur anderen schräg durchsetzen.

Fig. 367.



Helix pomatia. — Centralnervensystem, in doppelter Grösse; *a*, Hirnganglion; *b*, Viscero-Pedal-Ganglion; *c*, stomato-gastrische Ganglien; *d*, doppelte, das Hirnganglion mit dem Viscero-Pedal-Ganglion verbindende Schlundringcommissur; *e*, Quercommissur der stomato-gastrischen Ganglien; *f*, Commissuren zwischen dem Hirnganglion und den stomato-gastrischen Ganglien; *g*, Tentakelnerv; *h*, äusserer Lippennerv; *i*, innerer Lippennerv; *k*, Gesichtsnerv; *l*, unpaariger, zum Penis gehender Nerv; *m*, hinterer Mantelnerv; *n*, mittlerer Mantelnerv; *o*, vorderer Mantelnerv; *p* und *q*, zum Vorderende des Fusses gehender Fussnerv; *r*, Hauptzweige der Fussnerven, die sich zum Hinterende des Fusses begeben; *s*, Genitalnerv; *t*, das Viscero-Pedal-Ganglion durchsetzende Kopfarterie.

Nervensystem. — Die wichtigsten Ganglien dieses Systems finden sich in der Nähe der Speiseröhre, um welche sie einen weisslichen Ring (8, 9, 10, Fig. 363) bilden, der, sobald man das Thier geöffnet hat, den Blick an sich zieht und von welchem zahlreiche sich zur Peripherie begebende Nerven entstammen. Dieser Nervenring ist von einer Scheide lockeren Bindegewebes umgeben, an welche sich kleine musculöse Bändchen anheften, die andererseits mit den Körperwänden und der Schlundmasse in Verbindung stehen.

Die schwache Widerstandsfähigkeit der Nerven im frischen Zustande erschwert ihre Zergliederung und es ist manchmal schwierig, sie von den benachbarten Muskeln zu unterscheiden. Die Präparation gelingt besser an Individuen, die zuvor in Wasser ge-

tödtet und in einer kochenden Sublimatlösung fixirt oder während mehrerer Tage in einer Lösung von Salpetersäure zu 20 Proc. macerirt worden sind. Diese Säure greift die Muskeln an, welche sich dann leicht abtrennen lassen, während sie die Consistenz der sich gelblich färbenden Nerven bedeutend verstärkt. Für das histologische Studium des Nervengewebes wird man sich der Osmiumsäure zu 1 Proc. bedienen.

Das obere Ganglion oder Hirnganglion (8, Fig. 363 und *a*, Fig. 367) ist breiter als lang und vorn an den Austrittspunkten der Fühlernerven (*g*, Fig. 367) leicht angeschwollen. Es ist mit dem unteren Ganglion oder Viscero-Pedalganglion (10, Fig. 363 und *b*, Fig. 367) durch eine doppelte Commissur (9, Fig. 363 und *d*, Fig. 367) in Verbindung gesetzt, welche die Speiseröhre gleich hinter der Schlundkopfmasse umzieht und den grossen Rückziehmuskel dieser letzteren durchtreten lässt.

Das untere Ganglion ist umfangreich und sehr dick; es wird von hinten nach vorn durch die Kopfaorta (*t*, Fig. 367) durchsetzt, welche es gänzlich in zwei Portionen theilt, die eine oberhalb der Aorta, das eigentliche, die Hörbläschen tragende Fussganglion, die andere unterhalb, das Eingeweideganglion. Der innere Zweig der Speiseröhrecommissur erstreckt sich bis zum ersten Theil des unteren Ganglions, während der äussere Zweig zum zweiten geht. Wir haben hier also wenigstens drei Ganglienpaare, den bei *Anodonta* beschriebenen entsprechend, aber im Gegensatz zu diesem Lamellibranchier stehen diese Ganglien hier sehr nahe zusammen und die Eingeweide- und Fussganglien sind sogar bei der Weinbergschnecke theilweise verschmolzen. Serien von Schnitten in der Unterschlundmasse lassen annehmen, dass noch andere als die erwähnten Ganglien darin vorhanden sind. Ihering schätzt ihre Gesammtzahl auf sieben, und bei sehr jungen Thieren kann man in der That sieben dicht zusammengerückte Ganglien unterscheiden.

Das Hirnganglion ist durch zwei Commissuren mit zwei kleinen Ganglien verbunden, welche symmetrisch auf jeder Seite des Schlundkopfes in der Nähe des Punktes gelegen sind, wo die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen münden. Sie nennen sich die stomatogastrischen Ganglien (*c*, Fig. 367 und *f*, Fig. 376); aus ihnen entstehen dünne Nervenfäserchen, die sich nach vorn bis in die Nähe des Mundes und nach hinten auf der ganzen Länge der Speiseröhre verzweigen. Diese eiförmigen Ganglien sind durch eine Quercommissur (*e*, Fig. 367) mit einander verbunden.

Die peripherischen Nerven sind zahlreich und oft so fein, dass es ziemlich schwer ist, sie zu verfolgen. Wir werden nur die wichtigsten erwähnen und uns der Namen bedienen, von denen Ihering in seiner Schrift: „Ueber die Entwickelungsgeschichte von Helix“ (siehe Literatur) Gebrauch gemacht hat.

Die zwei grössten aus dem Hirnganglion entspringenden Nerven sind die Fühlernerven, von mehreren Autoren Sehnerven genannt (*g*, Fig. 367). Es sind gemischte Nerven, da sie einerseits motorische Fasern, welche die Rückziehmuskeln der Fühler innerviren und andererseits sensitive Fasern enthalten, die sich zum Auge abzweigen. Ausserdem sendet der Nerv Fasern in eine Ganglienmasse, auf die wir bei der Anatomie der Fühler zurückkommen werden (siehe Sinnesorgane); diese Masse ist unter der Haut der Fühlerspitze gelegen (Geruchszweige).

Ein Paar von feineren Nerven entspringt jederseits neben den Tentakelnerven: aussen der äussere Lippennerv (*h*, Fig. 367), welcher sich bald in zwei Zweige theilt, von denen der eine zu den Lippen, der andere zu den seitlichen Theilen des Kopfes sich begiebt; dann kommt der innere Lippennerv (*i*, Fig. 367), welcher in die Muskelmasse des Pharynx dringt und sich bis in die Nähe des Kiefers erstreckt.

Zwei in der Haut der Fühler und in der Vorderfläche des Kopfes sich verzweigende Aeste, die Gesichtsnerven (*k*, Fig. 367), kommen aus dem Vorderrande des Hirnganglions. Ein Ast dieser Nerven verzweigt sich im Inneren der kleinen Fühler.

Die Gehörnerven, welche neben den Gesichtsnerven entspringen, sind zwei sehr feine Nerven, die wir in unserer Figur nicht abbilden konnten, weil sie auf der unteren Fläche des Hirns hervortreten und sogleich die Richtung zum Fussganglion einschlagen, indem sie den Schlundcommissuren folgen, um an den Hörbläschen zu endigen. Ihre Zergliederung ist nur unter einer starken Lupe möglich. Endlich liefert das Hirnganglion auch noch den unpaarigen Nerven des Penis (*l*, Fig. 367), welcher sich an dem männlichen Geschlechtsapparat verzweigt.

Die vom Viscero-Pedal-Ganglion herrührenden Nerven sind zahlreich; mehrere, die von seiner unteren Fläche entspringen, dringen sogleich in die Muskeln des Fusses ein; da aber die Fussmasse sehr dicht und diese Nerven sehr zart sind, ist ihre Zergliederung schwierig. Die von den Seiten und dem Hinterrande dieses grossen Ganglions entspringenden Nerven sind im Gegentheil stärker und auf einem mehr oder wenig grösseren Theil ihres Verlaufes frei gelegt, so dass man sie leicht bis zu den Körperwänden, zum Geschlechtsapparat, zum Columellarmuskel u. s. w. verfolgen kann.

Wir unterscheiden in erster Linie vier grosse, vom hinteren Rande des Viscero-Pedal-Ganglions nach rückwärts gehende Nerven. Der eine, der Geschlechtsnerv, folgt dem Verlauf der Kopfaorta (*s*, Fig. 367) bis in die Nähe des Herzens, dort verzweigt er sich; die Hauptzweige dringen nicht weit von der Eiweissdrüse in den Uterus und in die Niere ein; feinere Verästelungen begeben sich in den Herzbeutel und sogar bis zur Vorkammer.

Die anderen grossen Nerven des Ganglions sind symmetrisch, sie gehen nach oben und verzweigen sich in den Körperwänden und besonders im Mantelwulste. Man kann einen vorderen Mantelnerven (*o*, Fig. 367) erkennen, welcher über dem vorderen Ende des Uterus verläuft und den Mantelwulst erreicht, wo er sich um die Lungensacköffnung verzweigt; dann einen mittleren Mantelnerven, welcher unterhalb des Uterus verläuft und sich in der benachbarten Gegend des Mantels und der Körperwand (*n*, Fig. 367) verzweigt, und endlich einen hinteren Mantelnerven (*m*), welcher ebenfalls in die Körperwand ausläuft.

Die grösste Mehrzahl der Nerven kommt aber von der unteren Fläche des Viscero-Pedal-Ganglions; sie strahlen nach allen Richtungen in den Fuss ein. Wir haben zwei vordere Paare (*p* und *q*, Fig. 367), die sich zum Vorderende des Fusses erstrecken, abgebildet; die anderen dringen fast unmittelbar in die Fleischmasse des Fusses ein.

Sinnesorgane. — Die niederen Sinne, wie das Gefühl, der Geruch und der Geschmack, sind bei der Weinbergschnecke wahrscheinlich durch besondere Zellen versehen, welche zwischen den Cylinderzellen des Hautepitheliums eingestreut sind. Diese Zellen wurden namentlich von Flemming, welcher sie in der Haut einer grossen Anzahl von Gasteropoden und Lamellibranchiern vorfand, beschrieben. Flemming wies mittelst Goldchlorid ihre Beziehungen zu den in der unterliegenden Hautmuskelschicht verlaufenden Nervenfasern nach, und die Vereinigung dieser Zellen mit Nervenfäserchen erklärt, wie sie dem Thiere den Eindruck der äusseren Reize übertragen können. Wir müssen jedoch zugestehen, dass die Morphologie bis jetzt nicht im Stande gewesen ist, die speciellen Empfindungen zu bestimmen, welche durch diese oder jene Zellengruppe fortgepflanzt werden. Die physiologische Erfahrung muss in diesem Falle zu Hülfe kommen. Jedermann weiss z. B., dass die Weinbergschnecke für Gerüche besonders empfindlich ist; Moquin-Tandon hat bewiesen, dass sie einer in ein Leinwandsäckchen eingewickelten Erdbeere zukriecht. Da aber diese Eigenschaft verschwindet, sobald man das Ende ihrer Fühlhörner abschneidet, so ist es erlaubt, den Geruchssinn in dieser Region zu localisiren, in welcher übrigens, wie wir bald sehen werden, eine Unzahl von Sinneszellen existirt. Durch eben solche Betrachtungen nimmt man im Allgemeinen an, dass der Geschmackssinn auf den Lippen und auf den häutigen Theilen der Mundhöhle (siehe die bereits erwähnte Schrift Simroth's) localisirt ist; ebenso glaubt man, dass der Tastsinn auf allen Theilen der Haut, die nicht von dem Gehäuse überzogen werden, und besonders auf den Fussrändern, ausgebildet ist.

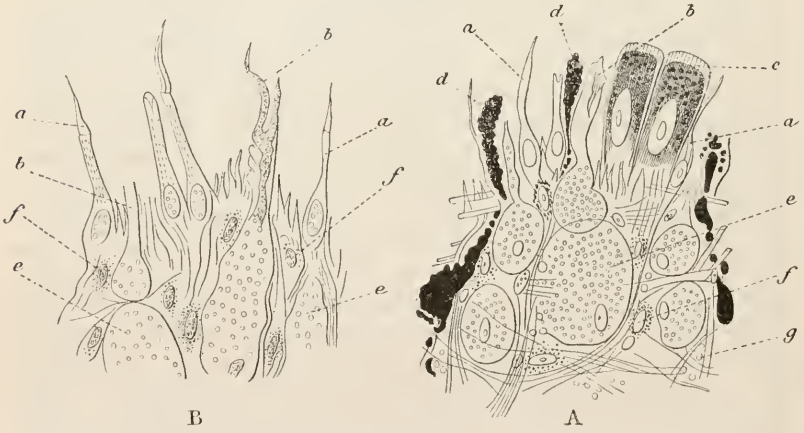
Man untersucht die Sinneszellen der Haut mittelst Zerzupfung oder auf Schnitten. Zu ersterem Zwecke räth Flemming die Maceration der Hautfragmente in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali zu

4 bis 6 Proc. an. Die Osmiumsäure zu 1 Proc. gilt ebenfalls als ein gutes Fixativ, nur werden die isolirten Formelemente sehr zerbrechlich.

Was nun die Behandlung der Fühler anbetrifft, so ist es das einfachste, sie dem lebenden Thiere an der Wurzel abzuschneiden und unmittelbar in eine schwache Lösung von Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali fallen zu lassen. So rasch man bei dieser Operation auch vorgehen mag, stülpt sich doch der Tentakel stets mehr oder weniger ein, jedoch kommt es vor, dass er sich in den Reagentien wiederum ausdehnt und in diesem Zustande fixirt bleibt. Es versteht sich von selbst, dass man zur Anfertigung von Schnitten nur solche ausgestülpte Fühler wählt.

Untersucht man unter sehr starker Vergrösserung Schnitte der Rückenhaut (Fig. 368), so wird man bemerken, dass die warzen-

Fig. 368.



Helix pomatia. — A. Senkrechter Durchschnitt der Rückenhaut. Hartnack, Oc. 3, Obj. 9. Imm. (Nach Flemming.) *a*, Haarzellen; *b*, Schleimdrüsen; *c*, cylindrische Zellen des Epitheliums; *d*, Pigmenthaufen; *e*, grosse Zellen des Bindegewebes; *f*, in den Maschen des Bindegewebes zerstreute Kerne; *g*, quer durchschnittene Muskelfasern. B. Fragment eines Durchschnittes der Haut in derselben Region. Hartnack, Obj. 12. Imm. Die Buchstaben haben die gleiche Bedeutung wie in A.

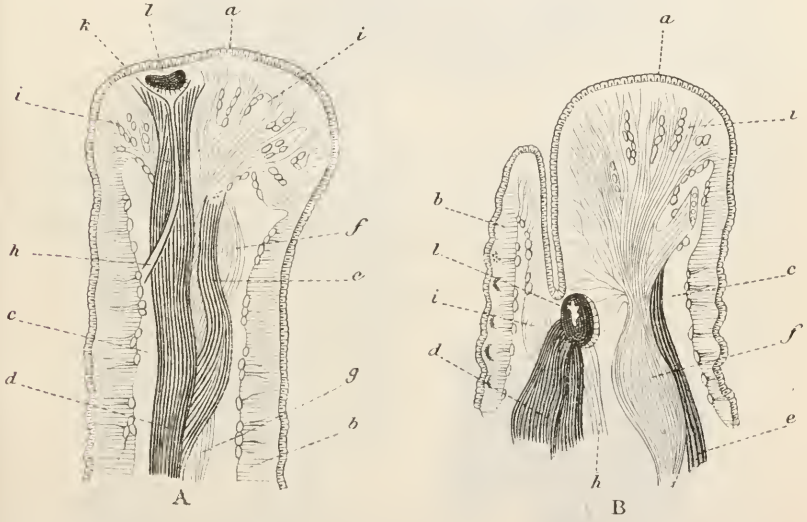
förmigen Hervorragungen von grossen, cylindrischen Zellen des Epitheliums (*c*) eingefasst sind, welche wir bereits bei Besprechung der Fühlhörner erwähnten. Ausserdem findet man noch kleinere, spindelförmige Zellen, deren nach aussen gerichtetes, sehr verlängertes Ende zuweilen einen kleinen stabförmigen Aufsatz trägt (*a*, Fig. 368 und *b*, Fig. 370). Diese Endspitze bricht sehr leicht ab, so dass die meisten Zellen in Zerzupfungspräparaten sie verloren haben. An ihrem inneren Ende sind diese Zellen mit Nervenfäserchen verbunden, welche im Binde-

gewebe der Haut verlaufen und die man auf zuvor mit Goldchlorid behandelten Hautstückchen suchen muss. Flemming behauptet, solche Zellen wären auf der ganzen Haut zerstreut, sie sind aber besonders auf den Fühlhörnern, auf den Seitenlippen des Mundes und auf den Fussrändern reichlich vorhanden. Sie sollen sogar an der Fusssohle als pinselförmige Zellen vorkommen, wie man sie in den Tegumenten der wasserbewohnenden Mollusken trifft.

Wir haben nach dem bereits genannten Autor in Fig. 370 (a. f. S.) ein Hautfragment des Tentakels, welches eine grosse Menge jener Sinneszellen vorzeigt, abgebildet.

Bevor wir die Beschreibung der Augen antreten, werden wir zuvor Einiges über die Structur der sie tragenden Fühler sagen. Man

Fig. 369.



Helix pomatia. — Längsschnitte des Augenfühlers. (Nach Flemming.) *A*, gänzlich ausgedehnter Tentakel; *B*, bis zum Drittel seiner Länge eingestülpter Tentakel; *a*, Epithelium mit Riechzellen am Ende des Tentakels; *b*, Tentakelwände; *c*, Hohlraum; *d*, Rückziehmuskel des Tentakels; *e*, Theil des zur Ganglionsubstanz am Ende des Tentakels gehenden Rückziehmuskels; *f*, Ganglion des Tentakelnerven; *g*, Tentakelnerv; *h*, Sehnerv; *i*, ganglionartiges Substratum; *k*, Retina; *l*, Auge.

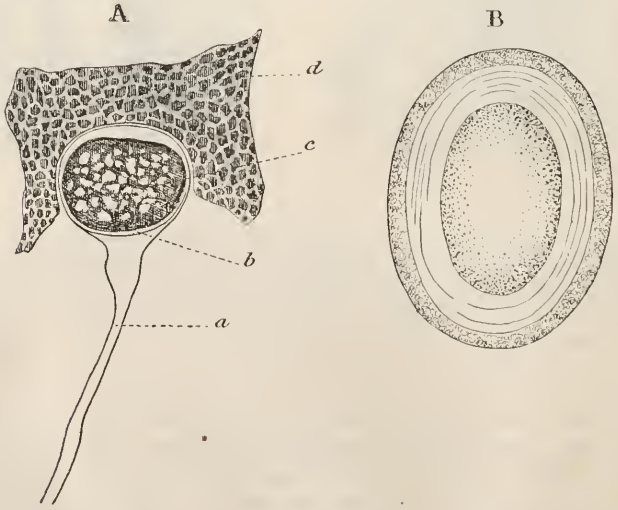
kann dieselben als zwei cylindrische Ausstülpungen der Haut ansehen, die mit einer knopfartigen Verdickung endigen. Ihre Wände sind reich an Muskeln und in der Höhlung verläuft ein grosser Rückziehmuskel, welcher mit dem Columellarmuskel in Verbindung steht und in zwei Bündel getheilt ist, von denen das eine zum Auge (*d*, Fig. 369) und das andere zum Ende des Tentakels (*e*, Fig. 369) verläuft. Neben diesem Muskel und ungefähr in der Mitte der Tentakelhöhlung ver-

läuft der Tentakelnerv (*g*, Fig. 369), welcher an seinem Ende angeschwollen ist und von welchem ein bedeutend feinerer Nerv, der eigentliche Sehnerv (*h*), entspringt. Um die relative Lage und die genauere

Fig. 370.

Helix pomatia. — Fragment eines Querschnittes eines kleinen Tentakels. Hartnack, Oc. 1, Obj. 7. (Nach Flemming.) *a*, cylindrisches Epithelium, bei *a'* zerrissen; *b*, Haarzellen; *c*, Pigmentablagerungen; *d*, quer durchschnittene Muskelbündel; *d'*, in verschiedenen Richtungen durchschnittene Muskeln; *e*, grosse Zellen mit Kernen, deren Verlängerungen sich bis zum Epithelium erstrecken.

Fig. 371.

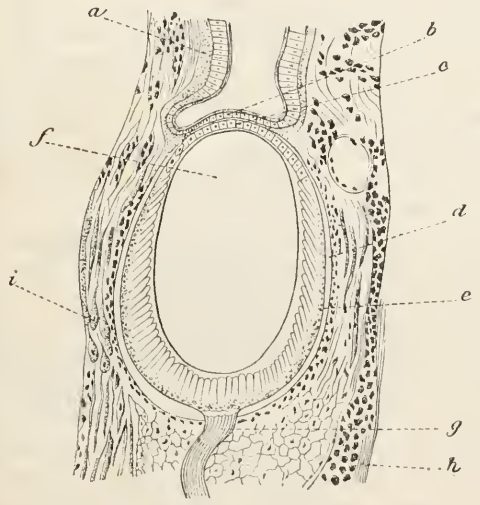


Helix pomatia. — *A*, das vom Tentakel isolirte Auge. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *a*, Sehnerv; *b*, Retina; *c*, Pigmentnetz; *d*, der Hornhaut anhaftendes Hautfragment. *B*, Krystalllinse isolirt. Grundlach, Oc. 3, Obj. 7.

Structur dieser verschiedenen Elemente kennen zu lernen, ist es unumgänglich, Längsschnitte an ausgestülpten und nach der oben beschriebenen Art fixirten Fühlern zu machen. Man wird bei solchen Schnitten bemerken, dass die Anordnung der Muskelbündel der Haut und der Insertionsmodus des Tentakelmuskels, dessen Fasern bis zum Ende des Fühlhorns laufen, der Art ist, dass der Fühler wie ein Handschuhfinger eingestülpt werden kann und auf diese Weise die wichtigen Sinnesorgane, welche er trägt, Auge und Geruchszellen schützt.

Indem wir, was die histologische Structur der Fühler (Fig. 370) betrifft, auf die Schriften Flemming's und Simroth's verweisen, fügen wir hinzu, dass der Tentakelnerv an seinem angeschwollenen Endtheile eine ganglionartige Structur besitzt und Fäserchen bis zur Basis des Hautepitheliums entsendet. Da wir nun gesehen haben, dass diese Fasern höchst wahrscheinlich Geruchseindrücke empfinden, können wir die Tentakelnerven ebenfalls als Geruchsnerven ansehen.

Fig. 372.



Helix pomatia. — Durch den Sehnerv gehender Schnitt des Auges; etwas schematische Zeichnung nach Simroth; *a*, Zellen des Hautepitheliums; *b*, Epithelium vor der Hornhaut; *c*, Hornhaut; *d*, Sclerotica; *e*, Retina; *f*, Linse; *g*, Sehnerv; *h*, Fäserchen des Tentakelnerven.

Das Auge sitzt nicht genau am Ende des Tentakels. Es erscheint als ein etwas nach der äusseren Seite hingeschobener, schwarzer Punkt. Um dieses Organ zu isoliren, schlitzt man das Fühlhorn seiner ganzen Länge nach auf, fasst das Ende des Tentakelnerven mit der Zange und trennt unter der Lupe den Augapfel von seiner Umgebung los, indem man Sorge trägt, den Sehnerven zu schonen. Auf diese Weise erhält man ein Präparat des Auges, wie wir es dargestellt haben (*A*, Fig. 371). Es gelingt leicht, durch einen leichten Druck auf das Deckgläschen des in Wasser oder Glycerin gelegten Präparates die Sclerotica zu sprengen und die mehr oder weniger deformirte Krystalllinse hervorspringen zu lassen. Für genauere Untersuchungen aber muss man zur Schnittmethode, wie bereits oben gesagt, und zur Zerzupfung des Organs nach Fixation in Osmiumsäure zu

1 Proc. greifen. Das Auge ist kugelförmig, entformt sich aber oft mehr oder weniger durch die Präparation und erscheint eiförmig (Fig. 372 a. v. S.). Es ist in eine structurlose, dünne, aber feste Membran, die Sclerotica (*d*), eingeschlossen, welche ununterbrochen bis zum Hinterpole sich erstreckt, durch welchen der Sehnerv (*g*) eindringt. Am entgegengesetzten Pol wandelt sich die Sclerotica in eine durchsichtige Hornhaut (*e*) um, in welcher man kleine platte Zellen bemerkt. Die Hornhaut ist selber von einer Schicht platter Epithelialzellen überdeckt, die aus einer einfachen Modification des Cylinderepitheliums der Haut hervorgegangen sind. Die Augenkammer wird beinahe gänzlich von der Linse eingenommen, welche ein ellipsoidisches, durchsichtiges, von concentrischen Schichten einer eiweissartigen, harten Substanz gebildetes Körperchen darstellt (*B*, Fig. 371 und *f*, Fig. 372). Wir konnten keine besondere Structur in ihr erkennen, fanden aber darin feine, in der Mitte dichtere, eine Art Kern bildende Granulationen. Die äusseren Schichten der Linse besitzen eine grössere Festigkeit als die inneren, so dass, wenn dieser Körper unter einer Glaslamelle zerquetscht wird, eine halbflüssige körnige Substanz herausfliesst. Es ist sehr schwierig, sich von der von mehreren Autoren behaupteten Existenz eines Glaskörpers zu überzeugen.

Wenn ein solcher vorhanden sein sollte, so wäre er jedenfalls von sehr geringem Volumen, da die Linse vorn beinahe an die Hornhaut und hinten an die Netzhaut anstösst. Fig. 372 zeigt, wie klein der Raum zwischen der letzteren und der Linse ist.

Die Retina besitzt gewiss die complicirteste Structur. Die Histologen haben viel über die Bedeutung der sich darin befindenden Elemente geschrieben; es ist sehr schwer, sie von der Pigmentschicht oder Choroïdea, welche in ihr so zu sagen eingeschlossen ist, zu trennen. Von der inneren Fläche aus gesehen, gleicht die Retina einer Mosaik; auf Schnitten zeigt sich ihre innere Schicht von einer grossen Anzahl neben einander gestellter Prismen (*d*) gebildet, zwischen denen ein schwarzes Pigment abgelagert ist. Was den Bau dieser Prismen anbelangt, verweisen wir auf die Schriften von Babuchin und Simroth. Ausserhalb dieser stark pigmentirten Schicht bemerkt man eine dünnere, Zellen und Nervenfasern enthaltende Schicht, welche mit den Fasern des Sehnerven im Zusammenhange stehen. Die Festigkeit dieses letzteren ist so gering, dass ein leichter Druck auf das Auge einen Theil des Pigments der Retina zwischen die Fasern des Nerven eindringen lässt. Aus diesem Grunde haben einige Schriftsteller das Vorhandensein eines Canals im Inneren des Sehnerven angenommen. Querschnitte des Tentakels zeigen, dass ein solcher nicht existirt.

Hörbläschen. — Auf beiden Seiten der oberen Fläche des Fussganglions liegt eine in einer Bindegewebsmasse eingeschlossene Gehörkapsel, die sich nicht leicht von dieser Umhüllung isoliren lässt.

Es gelingt nur durch vorsichtige Zerzupfung, nachdem man unter der Lupe die Lage der Kapsel festgestellt und die Region des Ganglions, auf welcher das Bläschen ruht, mit einer feinen Scheere abgetrennt hat. Da die Wand des Bläschens äusserst zart ist und leicht zerreisst, ist es vortheilhafter, das ganze Ganglion zuvor in doppeltchromsaurem Kali oder in Osmiumsäure zu 0,5 Proc. zu fixiren. Wenn es nur darauf ankommt, das Dasein der Hörbläschen nachzuweisen, begnügt man sich, einen Tropfen Essigsäure auf das Ganglion fallen zu lassen, welches sich dann sofort aufklärt und die zwei

Fig. 373.

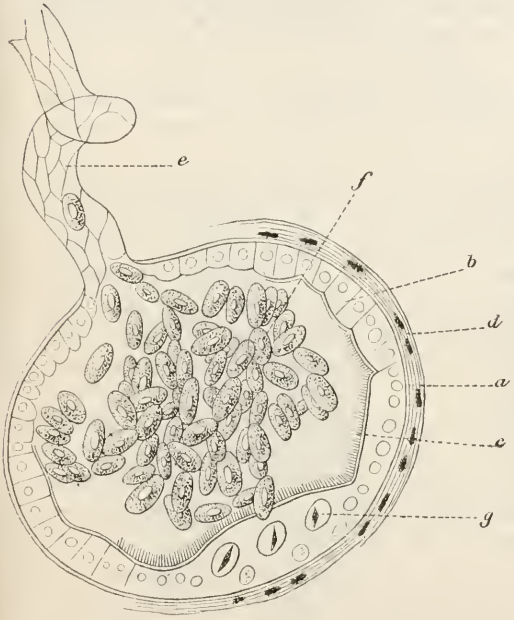


Fig. 374.

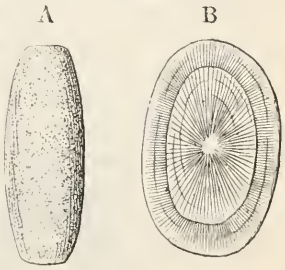


Fig. 375.

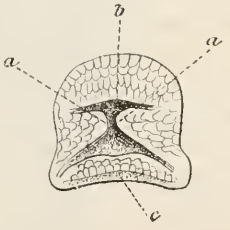


Fig. 373. — *Helix pomatia.* — Isolirtes und etwas gepresstes Hörbläschen (nach Leydig). *a*, Cuticula; *b*, Epithelium, das bei *c* Wimpern trägt; *d*, das Hörbläschen umgebende Muskelschicht; *e*, Hörnerv; *f*, Otolithen; *g*, grosse Kerne des Epitheliums mit spindelförmigen Kernkörperchen.

Fig. 374. — *Helix pomatia.* — Otolith: *A*, von der Seite; *B*, von der Fläche gesehen. Grundlach, Oc. 1, Obj. 7 mit Imm.

Fig. 375. — *Helix pomatia.* — Der Mund mit seiner Umgebung. *a, a*, Seitenlippen; *b*, Oberrand des Mundes; *c*, Vorderrand des Fusses.

Gehörorgane mit ihren Otolithen deutlich erkennen lässt. Uebrigens empfehlen wir den Anfängern, mit jungen Thieren zu arbeiten, weil es uns bei erwachsenen nie gelungen ist, gewisse Einzelheiten, wie z. B. die Wimpern des Endotheliums, zu sehen. Wenn man einmal mit der

Lage dieser Organe vertraut geworden ist, trennt man sie sammt einem Fetzen der Ganglionsubstanz ab und untersucht sie unter dem Compressorium in frischem Zustande in einem Blutstropfen des Thieres. (Man kann das Blut auch durch eine 0,75 procentige Seesalzlösung ersetzen.)

Das rundliche Gehörbläschen wird von einer zarten, durchsichtigen Membran (*a*, Fig. 373) begrenzt, an deren Aussenfläche zahlreiche Bindegewebskerne nebst muskelartigen Fasern ansitzen, während die innere Fläche von einem Cylinderepithelium (*b*) ausgekleidet ist, in welchem Leydig grosse, ein spindelförmiges Kernkörperchen einschliessende Kerne (*g*) gefunden hat. Das Epithelium besitzt nicht überall die gleiche Dicke; gegenüber dem Eintrittspunkte des Hörnerven, wo es nach Leydig Wimpern trägt, ist es höher. Die Wimpern sind so fein, dass in den meisten Fällen ihre Existenz zweifelhaft erscheint; einmal haben wir sie jedoch recht deutlich bei einem jungen Exemplar von H. hortensis gesehen.

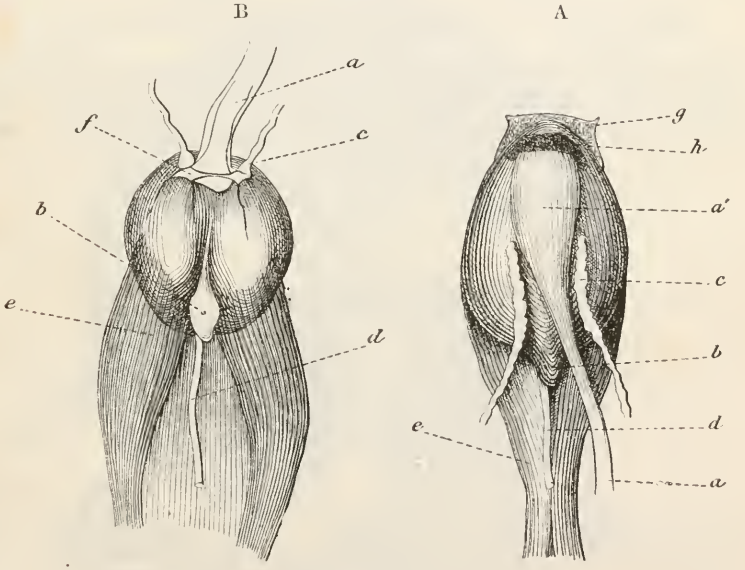
Die Höhlung der Hörbläschen ist von einer grossen Menge von Otolithen eingenommen (*f*, Fig. 373 u. 374 a. v. S.). Sie sind eiförmig; ihre Form wechselt übrigens so wie ihre Zahl je nach dem Alter der Thiere. Unter einer Immersionslinse bemerkt man an ihrer Oberfläche Streifen, die von dem Centrum ausstrahlen und an den Rändern sehr dicht stehen. Das Centrum ist kernartig und heller als die Peripherie. Säuren lösen die Otolithen auf, indem sie kleine Bläschen von Kohlensäure entwickeln.

Der Gehörnerv ist wegen seiner Feinheit schwer zu verfolgen. Man kann ihn jedoch zwischen den Schlundringcommissuren in der Richtung nach dem Hirn zu auf Präparaten erblicken, wo das Bindegewebe so viel wie möglich abgelöst und die aus dem Ganglion entspringenden Nerven an ihrer Wurzel abgeschnitten worden sind. Die Fragen über seine Endigung im Bläschen und die Existenz eines Canales in seinem Inneren sind noch nicht in befriedigender Weise gelöst. Ein auf das Hörbläschen geübter Druck drängt zwar die Otolithen in das Innere des Nerven ein, wie es Fig. 373 zeigt; es wäre aber möglich, dass dieses Eindringen nur eine Consequenz der Flüssigkeit des Nervengewebes in diesem Theile sei, so dass das Dasein eines von einigen Autoren angenommenen Canales im Inneren des Nerven nicht absolut bewiesen ist. Mit seinem anderen Ende dringt der Hörnerv in die Substanz des Hirnganglions, nach einem von Lacaze-Duthiers bewiesenen allgemeinen Gesetze.

Verdauungscanal. — Die Darmröhre beginnt mit einer am Körperende bauchständig gelegenen Oeffnung und mündet mit einem an der rechten Seite des Mantelwulstes austretenden After in der Einstülpung der Tegumente, welche den Eingang zum Lungensacke bildet (*n*, Fig. 361). Der Mund stellt sich als eine Querspalte dar und

ist von zwei Seitenlippen begrenzt, die von Hautfalten gebildet sind, welche eine senkrechte, beim Hervortreten des Kiefers nach aussen sich verwischende Rinne einfassen (Fig. 375 a. S. 795). Er führt in die Schlundkopfhöhle, die in einer eiförmigen (*a*, Fig. 363 und Fig. 376), mit dicken Wänden versehenen Muskelmasse, an welcher ein breites Muskelband (*e*, Fig. 376) sich ansetzt, ausgegraben ist. Auf der Rückenseite münden die Ausführungscanälchen der Speicheldrüsen (*c*) jederseits in die Speiseröhre. Wir haben den Schlundkopf in *A*, Fig. 376, von oben und in *B* von der Hinterfläche abgebildet, um die Papille (*b*), die Insertion seines Rückziehmuskels (*c*) und die stomatogastrischen, unterhalb des Entstehungspunktes der Speiseröhre (*f*) ihm angelagerten Ganglien zu zeigen.

Fig. 376.



Helix pomatia. — Die Schlundkopfmasse. *A*, von der Rückenfläche aus gesehen; *B*, von hinten gesehen, nachdem Schlund- und Speicheldrüsen nach vorn übergeschlagen wurden (unter der Lupe gezeichnet). *a*, Speiseröhre; *b*, Papille; *c*, Speichelgänge; *d*, Arterie; *e*, Rückziehmuskel; *f*, stomato-gastrische Ganglien; *g*, Hautlappen; *h*, durch die Tegumente durchschimmernder Kiefer.

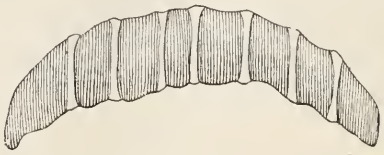
Der Schlundkopf trägt die Kauorgane. Um ihre gegenseitigen Beziehungen zu beobachten, spalten wir den Pharynx seitlich und zerlegen ihn nach Erhärtung in Alkohol in Quer- und Längsschnitte.

Unmittelbar hinter dem oberen Rande der Mundöffnung befindet sich der Kiefer (*h*, Fig. 376 und *c*, Fig. 378), eine quere, hornige Lamelle von bräunlicher Farbe. Er ist leicht gekrümmt und trägt eine

Reihe von sieben Längsrippen (Fig. 377). Die wellenförmigen Ränder des Kiefers sind an der chitinösen, die Decke der Mundhöhle (*d*, Fig. 378) überziehenden Oberhaut des Epitheliums angewachsen. Wenn man den Kiefer durch Ziehen lostrennt, reisst man zugleich Stücke dieser Oberhaut mit.

Wir finden vorn auf dem Boden der Mundhöhle ein ähnliches Häutchen, das aber mit einer chitinösen, durchsichtigen, gelblichen

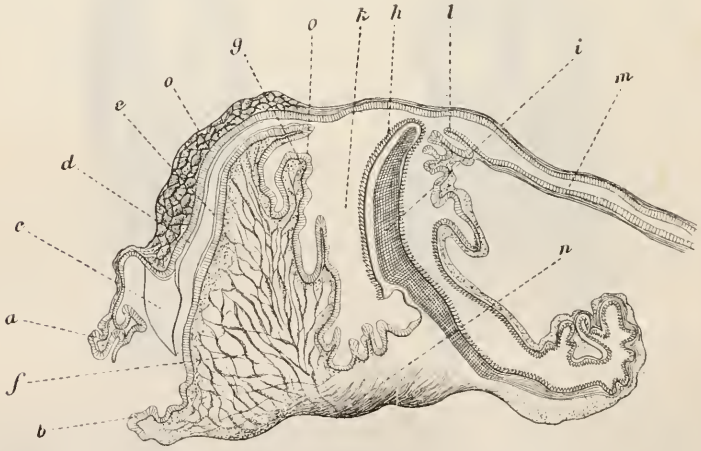
Fig. 377.



Helix pomatia. — Der Kiefer, die Rippen seiner freien Fläche zeigend.

Lamelle, der Radula (*d*, *e*, Fig. 379 und *h*, Fig. 378), bedeckt ist. Dieselbe wird von den unterliegenden Epithelialzellen abgesondert. Die früher von Köllicker und Gegenbaur vertheidigte Meinung, dass

Fig. 378.



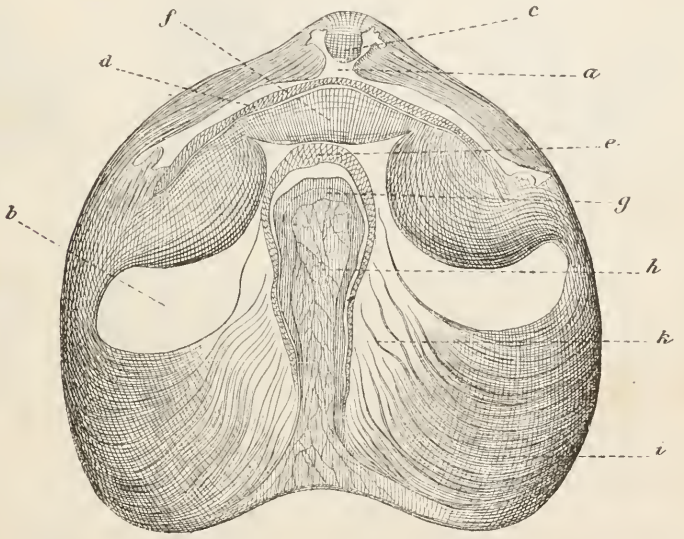
Helix pomatia. — Sagittalschnitt der Pharynxmasse. *a*, Oberrand der Mundöffnung; *b*, unterer Rand derselben; *c*, Kiefer; *d*, *e*, hornige Cuticula des Epitheliums; *f*, Bindegewebe der Pharynxwand, von mehreren Muskelbündeln durchsetzt; *g*, körnige Schicht, auf welcher das Epithelium des Mundbodens liegt; *h*, gefaltete Radula; *i*, Muskelschicht, auf welcher die Radula steht; *k*, Mundhöhle; *l*, Oeffnung der Speiseröhre; *m*, *n*, Muskeln der Pharynxwand; *o*, Bindegewebe der Pharynxdecke.

die Hornschicht und die chitinösen Platten des Darms, welche sich bei vielen Mollusken vorfinden, von der Chitinisation der Epithelialzellen selbst herrührten, ist heutzutage nicht mehr haltbar. Man findet in

der That thätige Zellen unter diesen todten Formationen und die lamellenartige Structur dieser letzteren zeigt wohl, dass sie von den über einander gelagerten Schichten eines Secretionsproductes gebildet worden sind. (Siehe für die genaue Structur der Radula die Schrift Rücker's. Literatur.)

Die Radula trägt eine Unzahl kleiner, abgestumpfter, in quere Parallelreihen gestellter Zähnchen. Sie ruht auf gewaltigen Muskeln, welche nach hinten im Inneren der Papille (*b*, Fig. 376), deren Convexität in der Körperhöhlung an der Hinterfläche des Schlundkopfes vorspringt, zusammenlaufen. Diese Muskeln, ebenso wie die der ganzen

Fig. 379.



Helix pomatia. — Querschnitt des Schlundkopfes. *a* und *b*, durch die Falte der Radula getheilte Mundhöhlung; *c*, Rückenwulst; *d* und *e* Radula; *f*, Muskeln der Radula; *g*, Matrixschicht der Radula; *h*, Bindegewebe; *i*, *k*, Muskeln der Pharynxwand.

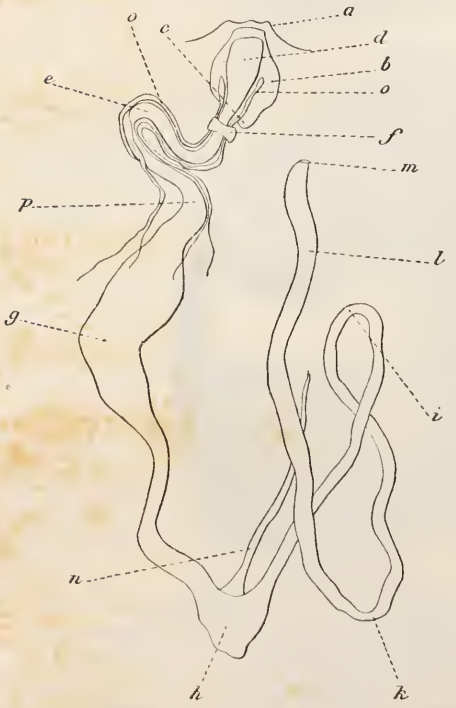
Schlundwand, bewirken bei Contraction, dass die Radula sich entfaltet, indem sie ihr zugleich eine schwingende Bewegung von hinten nach vorn geben.

Im Ruhezustande ist die Schlundkopfhöhle durch den Vorsprung der Radula in zwei Kammern getheilt, so wie man es in Fig. 378 ersehen kann; werden aber die Radulamuskeln in Bewegung gesetzt, so stossen sie die Radula nach vorn und drücken zugleich die Decke der Schlundhöhle herab. Wenn sich dann dieselbe wieder erhebt, entfaltet sich die Radula aufs Neue und der Gipfel ihrer Falte (*h*, Fig. 378) legt sich an die Decke des Einganges der Speiseröhre. Die von der Radula zer-

riebenen Nahrungsstoffe werden auf diese Weise von ihr bis zum Anfange des Darmes, in welchen sie eindringen, geführt. Dieser Mechanismus, welcher aus der Radula nicht nur ein Kauorgan, sondern auch gewissermaassen ein Schluckorgan macht, wurde bereits von Cuvier bemerkt.

Uebrigens vermitteln die Längs- und Querfasern der Schlundkopfwand Bewegungen der ganzen Masse, welche zum Kauen mitwirken. Diejenigen der Oberfläche setzen sich an der Basis des Kiefers fest und bedingen das Vorstossen desselben beim Kauen.

Fig. 380. Fig. 381.



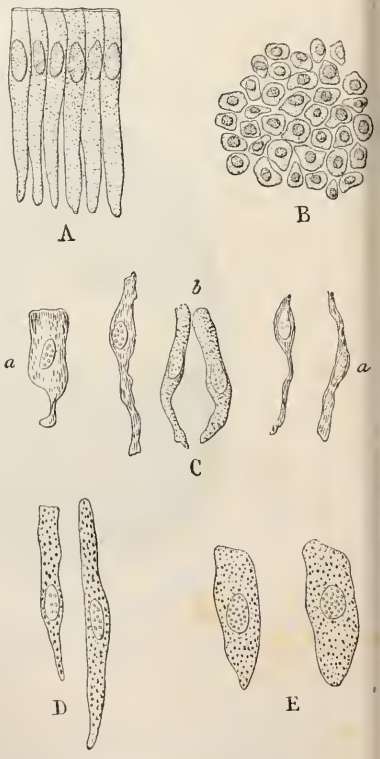


Fig. 380. — *Helix pomatia.* — Der vollständig isolirte Darmcanal; *a*, Vorderrand des Fusses; *b*, Pharynxmasse; *c*, hintere Papille derselben; *d*, Anfang der Speiseröhre; *e*, Schlinge der Speiseröhre; *f*, Nervenschlundring; *g*, Magen; *h*, Blinddarm; *i*, *k*, in der Verdauungsdrüse gewundener Mitteldarm; *l*, Rectum; *m*, After; *n*, Ausführungsgang der Verdauungsdrüse; *o*, Ausführungsgänge der Speicheldrüsen.

Fig. 381. — *Helix pomatia.* — Cylinderzellen des Endotheliums des Darms. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *A*, Pharynxzellen des Schlundkopfes; *B*, das Endothelium, von der Fläche aus gesehen; *C*, verschiedene Formen von Zellen in der Speiseröhre; *D* und *E*, Magenzellen.

Ueberall, wo die Cuticula der Mundhöhle nicht verhornt ist, werden Wimpern gefunden. Sie sind besonders auf der Medianlinie der Decke, am Anfange des Schlundes und in der Nähe der Speicheldrüsenöffnungen zahlreich. Man begreift, dass sie zur Weiterbeförderung der Nahrungstheilchen mithelfen müssen, da ihre Bewegung von vorn nach hinten gerichtet ist.

Die Speiseröhre (*a*, Fig. 376 und *d*, *e*, Fig. 380) beginnt auf der Rückenseite der Schlundmasse, zwischen den Insertionspunkten der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen. Sie besitzt die Form einer leicht abgeplatteten Röhre, deren Wände im leeren Zustande der Länge nach stark gefaltet sind. Sie erstreckt sich nach hinten in den sogenannten Magen, welcher nur eine einfache Erweiterung der Darmröhre ist und keine speciellen Verdauungsdrüsen aufzeigt. In Wirklichkeit ist es sehr schwierig, den Anfang des Magens zu bestimmen. Wenn man den Darm sorgfältig von vorn nach hinten präparirt und isolirt (Fig. 380), so sieht man, dass die Magenerweiterung in der Höhe des Mantelwulstes beginnt, da, wo der Darmcanal von der oberen Seite des Fusses in den Eingeweidesack übergeht. Von dieser Stelle aus dringt der Darm in die erste Schalenwindung ein und folgt den übrigen Windungen bis zur vorletzten. Vor der Zwitterdrüse, welche sich an diesem Orte weiss auf dem dunkeln Leberlappen abhebt, bildet der Darm einen kurzen Blindsack (*e*, Fig. 363 und *h*, Fig. 380), auf dessen concaver Seite der Ausführungsgang der Verdauungsdrüse (*f*, Fig. 363 und *n*, Fig. 380) einmündet. Von da an biegt sich der Darm auf sich selbst zurück und dringt in die Leber ein, aus welcher er nach einer Windung austritt, um längs des Lungensackes bis zum After zu verlaufen. Der Darm erweitert sich etwas in diesem letzten Theile, welchen man Rectum (*h*, Fig. 363 und *l*, Fig. 380) nennen kann.

Die nur wenig musculösen Darmwände sind von der Schlundöffnung bis zum After mit einem Cylinderepithelium überzogen, dessen Zellen verschiedene Grösse besitzen. Man wird sie im frischen Zustande beobachten, dann auf in einprocentiger Osmiumsäure fixirten Fragmenten, die man nachher in Alkohol zum Drittheil oder einfach in Wasser mit hinzugefügtem Pikrocarmin während 48 Stunden einweichen lässt (Fig. 381). Schnitte durch den in Chrom- oder Osmiumsäure fixirten und dann in Paraffin gelegten Darmcanal zeigen diese Zellen ebenfalls sehr gut (Fig. 382 a. f. S.).

Die Endotheliumzellen breiten sich an ihrem freien, gegen die Darmhöhlung gerichteten Ende etwas aus, sind in der Höhe des Kernes kaum angeschwollen und sitzen mit einem stumpfen Ende an der Darmwand an (Fig. 381). Die längsten befinden sich auf der Höhe der Darmfalten, die kürzesten in den sie trennenden Furchen. Ihr Inhalt ist körnig; sie besitzen einen sich in den Reagentien schön fär-

benden, eiförmigen Kern. Das Endothelium ist überall mit einer durchsichtigen und gleichartigen Cuticula bedeckt, welche sich im Winter stellenweise abtrennt.

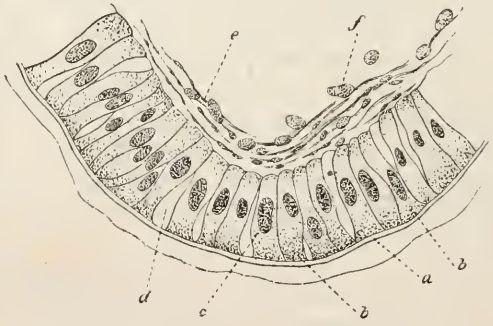
Im ersten Frühjahr findet man im Darm einzelner Individuen eine Menge von in Schuppenhäutchen eingewickelten und von der Darmwand abgestossenen Zellen, welche öfter durchsichtige Massen bilden, die Stücken des Krystallstieles von Lamellibranchiern ähnlich sehen.

Wir haben nur in der Speiseröhre Wimpern gesehen.

Die Darmwände besitzen ausserdem Muskelfasern, welche zwei sehr dünne Schichten um das Endothelium bilden. Die Muskelzellen sind spindelförmig, sehr in die Länge gezogen und eng aneinander gereiht. Man wird sie auf Fragmenten untersuchen, die längere Zeit im Alkohol zum Drittheil macerirten.

Endlich ist der Verdauungscanal aussen durch das Peritonealblättchen bedeckt, in welchem man grosse Sternzellen trifft, zwischen

Fig. 382.



Helix pomatia. — Durchschnitt der Endothelialschicht des Magens; *a*, Cuticula; *b*, Cylinderzellen des Endotheliums; *c*, ihre Kerne; *d*, Lacunen zwischen den Zellen; *e*, Muskelschicht; *f*, Kerne im Bindegewebe.

denen zahlreiche isolirte Kerne inmitten eines Netzes von dünnen gekreuzten Fasern zu sehen sind.

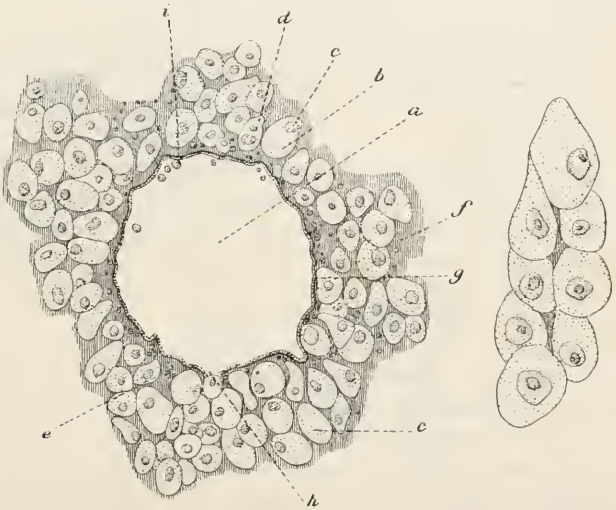
Speicheldrüsen. — Unter diesem Namen werden grosse, weisse oder etwas gelbliche Drüsen bezeichnet, welche man nach Oeffnung der Schnecke sogleich bemerkt (*i*, Fig. 363). Eigentlich verdienen sie diesen Namen nicht, da sie nur Schleim, der keinen Verdauungsstoff enthält, absondern. Die Speicheldrüsen besitzen mehrere abgeplattete Lappen, welche an ihren Rändern tief ausgeschnitten und mit einer Bindegewebslamelle umhüllt sind, deren Fasern sich mit denen der Gekröslamelle des Darmes vermischen. Durch diese letzteren sind sie an die Magenwände angeheftet.

Von dem Vorderende dieser Drüsen gehen zwei, unregelmässig gewundene Ausführungscanäle (*l*, Fig. 363) aus. Sie wenden sich

nach vorn, durchsetzen den Schlundnervenring und münden, wie bereits gesagt, auf der Rückenseite der Schlundkopfmasse. Wir finden keine Wimpern auf ihrer Innenfläche, wie mehrere Autoren sie bei benachbarten Gattungen beobachtet haben, glauben aber, dass die sich in ihren Wänden vorfindenden Spindelzellen musculöser Natur sind und zur Austreibung des Absonderungsproductes in die Mundhöhle beitragen.

Wir können die sogenannten Speicheldrüsen als Haufen von einzelligen Drüsen betrachten, die den um den Schlundkopf der Hirudineen gelagerten Drüsen ähneln (siehe Fig. 149). Jede grosse, ei- oder kugelförmige Zelle (Fig. 383) ist in der That von einer festen und elastischen Hülle von Bindegewebe umgeben. Diese Art Scheide

Fig. 383.



Helix pomatia. — Schnitt durch die Speicheldrüse, die Anordnung der Zellen zeigend. Rechts einige, unter stärkerer Vergrösserung gesehene Zellen. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *a*, Lumen des Ausführungsganges der Drüse; *b*, Speichelzellen; *c*, ihr Kern; *d*, Zelle mit zwei Kernen; *e*, *f*, zerstreute Kerne von Bindegewebezellen; *g*, Endothelium des Ausführungsganges; *h*, Einmündungen von Nebencanälchen.

verlängert sich in ein Canälchen, welches sich mit den benachbarten Canälchen vereinigt und seinen vom Drüsenprotoplasma gelieferten Inhalt in grössere Sammelcanäle ergiesst. Das Aussehen des Protoplasmas wechselt je nach der Thätigkeit der Drüse. Manchmal ist es ganz durchsichtig, manchmal von kleinen sphärischen und glänzenden, wahrscheinlich aus Mucin gebildeten Tröpfchen durchsetzt; endlich ist es auch feinkörnig. Die Kerne dieser Zellen sowie ihre Kernkörperchen lassen sich sehr gut in Carminlösungen färben.

Verdauungsdrüse. — Diese grosse, fälschlich Leber genannte Drüse füllt den grössten Theil des Eingeweidesackes aus; wie wir bereits gesehen haben, umhüllt sie den Mitteldarm und ergiesst in denselben ihr Absonderungsproduct auf der Höhe des Blinddarms (*k*, Fig. 363).

Die Verdauungsdrüse besteht aus vier in Läppchen getheilten Lappen. Ihre Farbe wechselt ungemein je nach der Jahreszeit und dem Grade ihrer Thätigkeit. Sie ist immer bräunlich, manchmal aber dunkel bis zum Schwarz oder dann auch sehr hell bis zum Grau. Ihre Structur ist diejenige einer Drüse mit verzweigten Follikeln. Die zarten Ausführungsgänge der einzelnen Follikel laufen in einen grossen gemeinschaftlichen Sammelcanal zusammen, dessen Oeffnung in den Darm so weit ist, dass man nicht selten von letzterem herrührende Nahrungstheilchen darin findet. Die von der Drüse abgesonderte Flüssigkeit kann Nahrungsstoffe aller Art verdauen, sie ist, so zu sagen, eine ideale Verdauungsflüssigkeit; man kann also schwerlich den Namen Leber, an welchen sich ganz specielle Functionen anknüpfen, für eine Drüse beibehalten, die eine von der Galle vollständig verschiedene Flüssigkeit absondert.

Die Drüse ist von einer musculösen Bindegewebslamelle umhüllt, die sich zwischen die Läppchen einsenkt. Dieses Häutchen (*tunica serosa* und *tunica muscularis* von Barfurth) ist äusserst dünn; man findet darin grosse klare und kleinere undurchsichtige Zellen, deren offenbar kalkiger Inhalt in Säuren aufbraust, nebendem auch noch zahlreiche, ineinander gekreuzte Muskelfasern.

Die Wände der Drüsenfollikelchen tragen auf ihrer Innenseite mehrere Zellenarten, von welchen wir mit Barfurth (siehe Literatur) folgende Typen unterscheiden, welche man bei Zerzupfung der frischen Leber oder auf Schnitten beobachten muss. Um gute Schnitte zu erhalten, muss man so klein wie möglich getheilte Fragmente von 3 und 4 mm seitlicher Breite in Osmiumsäure zu 1 Proc. fixiren und in Paraffin einschliessen. Die Schmelztemperatur des Paraffins darf 50° nicht überschreiten, weil das Gewebe sonst brüchig wird.

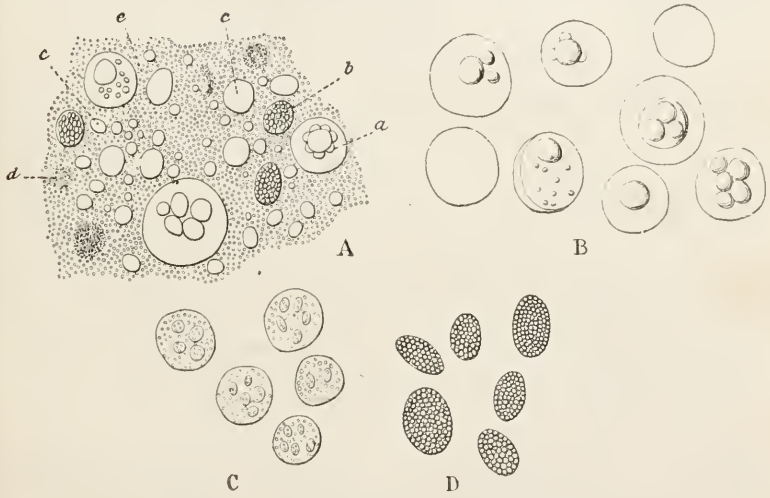
a) Fermentzellen. — Sie lassen sich sogleich an ihrem, runde Kugeln und unregelmässige Concretionen (*A B*, Fig. 384) enthaltenden rothbraunen Inhalte erkennen. Sie sind rundlich, zerreissen leicht und lassen dann ein oder mehrere darin enthaltene Bläschen austreten. Diese Bläschen, die man nach einer Dilaceration isolirt findet, sind manchmal ineinander geschachtelt (*B*); sie nähern sich nach und nach der Peripherie der Mutterzelle und bahnen sich einen Weg durch die verdichtete peripherische Protoplasmaschicht derselben, um endlich in die Höhlung des Follikels zu fallen, wo man sie mit den anderen Secretionsproducten vermischt findet. Der Inhalt dieser Bläschen ist in Wasser löslich; er färbt die Flüssigkeit, wenn ein Leberstückchen

hineingetaucht wird. Da sie auch in Glycerin löslich sind, so können die Fermentzellen nicht darin conservirt werden.

b) Leberzellen. — Sie besitzen eine den vorigen ähnliche Form; ihr Inhalt (*C*, Fig. 384) unterscheidet sich aber von dem der Fermentzellen durch seine Unlöslichkeit in Wasser und Glycerin; er wird nicht in Osmiumsäure schwarz und ist gewöhnlich gelb oder hellbraun gefärbt. Nach Barfurth würden die in diesen Zellen enthaltenen Concretionen die aus dem Organismus auszuscheidenden Absonderungsproducte der Leber darstellen und bei der Verdauung keine Rolle spielen.

c) Kalkzellen. — Sie unterscheiden sich durch die darin enthaltenen lichtbrechenden Körperchen, mit welchen sie gefüllt sind

Fig. 384.



Helix pomatia. — Elemente der Verdauungsdrüse. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *A*, Zerzupfungspräparat; *a*, Vacuolen der Fermentzellen; *b*, Kalkzellen; *c*, Fettkügelchen; *d*, Zellkerne; *e*, Granulationen; *B*, Fermentzellen; *C*, Leberzellen; *D*, Kalkzellen, isolirt.

(*D*, Fig. 384) und die nach Barfurth nicht aus kohlensaurem Kalk, wie es der Fall bei den Kalkzellen des umliegenden Bindegewebes ist, sondern aus phosphorsaurem Kalk zusammengesetzt sind. Nach diesem Autor sammelt die Leber während des Sommers phosphorsauren Kalk, der dann im Herbst zur Bildung des Deckels verwendet wird.

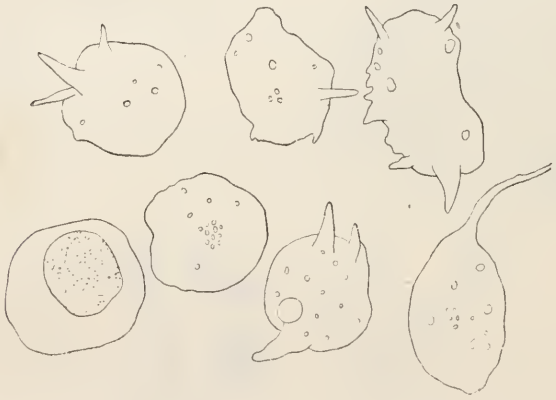
In der normalen Stellung der lebenden Schnecke nimmt die Darmregion, in welche die Drüse mündet, eine höhere Lage als der Magen ein, so dass der Verdauungssaft theilweise in diese Ausdehnung der Darmröhre, wo somit die Verdauung beginnen kann, abfliesst.

Gefässsystem. — Das Blut der Weinbergschnecke ist etwas bläulich gefärbt; im Wasser bildet es bläuliche Wolken. Es besitzt unregelmässige Körperchen (Fig. 385), die man in einem dem Herzen entnommenen und mit Osmiumsäure fixirten Bluttröpfchen beobachten kann.

Das Blut circulirt wie bei *Anodonta* in einem unvollkommenen Gefässsysteme. Die Arterien theilen sich in sehr feine Aederchen, bilden aber keine eigentliche Capillargefässe; aus den Aederchen ergiesst sich das Blut in Lückenräume der Gewebe, welche mit der Körperhöhlung zusammenhängen.

Man injicirt das Ganze, sei es vom Herzen, sei es von der Eingeweidehöhle oder auch von den Lückenräumen des Fusses aus. Die beste Injectionsmasse ist eine warme Lösung von Gelatine, welche mit chromsaurem Blei oder löslichem Berlinerblau gefärbt ist. Das durch

Fig. 385.



Helix pomatia. — Verschiedene Formen von Blutkörperchen, nach ihrer Fixation in Osmiumsäure. Gundlach, Oc. 1, Obj. 7. Imm.

Submersion getödtete Thier muss zuvor in Wasser von etwa 35° erwärmt werden. Man sprengt die Schale oberhalb des Herzens und nachdem man den Herzbeutel aufgeschlitzt, wird das Spritzröhrchen in den Ventrikel eingeführt. Indem man langsam die Masse einspritzt, erhält man auf solche Weise leicht sehr schöne Injectionen des Arteriensystems, so wie eine in Fig. 363 abgebildet ist. Sie erhalten sich vollkommen, wenn man das Thier sogleich nach der Operation in kaltes Wasser eintaucht.

Das arterielles Blut enthaltende Herz liegt auf der Rückenseite des Körpers, gleich unter der Schale und auf der Seite des Lungensacks (*i*, Fig. 361), in der Nachbarschaft der Niere und der Leber. Es besteht aus einer Vorkammer und aus einer Herzkammer, die durch

eine Verengerung getrennt sind. Die Vorkammer ist nach rechts geneigt (13, Fig. 363), während die Herzkammerspitze (14) nach links gewendet ist. Das Herz ist von einem durchsichtigen Herzbeutel umgeben, durch welchen man bei einem Thiere, dessen erste Schalenwindung abgenommen worden ist, die Pulsschläge zählen kann. Die Vorkammer besitzt dünnere Wände als die Herzkammer; letztere, die musculöser ist, hat an ihrer Basis kleine Klappen, welche sich dem Rückgange des Blutes zur Vorkammer entgegenstemmen.

Die Aorta entsteht am spitzen Ende der Herzkammer und gabelt sich sofort unter dem Darme; der kleinste Zweig, die Eingeweidearterie (*tronc hépato-intestinal* von Cuvier), läuft längs der Lebermasse, an die er zahlreiche Aestchen abgiebt, und erstreckt sich über dieselbe hinaus bis zu den Wänden des Mitteldarms und zu den benachbarten Theilen der Geschlechtsorgane (22, Fig. 363).

Der Hauptzweig der Aorta schlägt sich unter die Eiweissdrüse und läuft in der Körperhöhle nach vorn, indem er durch Bändchen von lockerem Bindegewebe an die benachbarten Organe angeheftet ist. Seine relative Isolirung erleichtert seine Präparation. Er entsendet dann eine Reihe von Nebenzweigen.

Auf seiner rechten Seite entspringt ein Zweig, welcher längs dem Uterus bis zu seinem Vorderende läuft, wo er sich in den vielspaltigen Drüsen, in der Pfeiltasche u. s. w. verzweigt. Auf der linken Seite entsendet dann die Aorta eine Darmarterie (19), welche sich in dem unmittelbar hinter der Magenerweiterung gelegenen Darmtheile in zahlreiche, äusserst dünne Aederchen verästelt. Wir haben diese Arterie in Fig. 363 durchschneiden müssen, um den Darm ausbreiten zu können. Etwas vorn und auf der gleichen Seite entspringt eine Arterie, welche sich bald nachher in einen zum Fusse und den benachbarten Muskeln laufenden Ast und in eine Speicheldrüsenarterie (18) spaltet, die sich zu den gleichnamigen Drüsen begiebt. Die letzten Zweigchen der Speichelarterie erstrecken sich zum Theil über die Drüsenlappen hinaus bis zu den Wänden des Magens und des Schlundes. Auf guten Injectionen kann man eine Verlängerung dieser Arterie längs der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen (*l*, Fig. 363) bis zu ihrem Eintritt in den Schlundkopf verfolgen. Ungefähr auf der gleichen Höhe der Speicheldrüse, aber auf der rechten Seite der Aorta, entsteht eine ziemlich wichtige, zum Fusse und zum Columellarmuskel sich begebende Arterie (20).

Während sie noch hier und da andere Zweige für den Fuss und die Körperwände abgiebt, setzt die Aorta ihren Weg gerade nach vorn bis zum Darmfussganglion fort, das sie durchsetzt und oberhalb dessen sie sich in mehrere Zweige theilt. Der wichtigste dieser Zweige biegt nach hinten um und geht zur Rückenseite des Fusses, wo man ihn etwa bis zu Zweidrittel der Länge (17) verfolgen kann. Er liefert

eine grosse Anzahl feiner Aestchen, welche mit einander anastomosiren und auf diese Weise ein höchst complicirtes Netz kleiner Arterien in der Dicke des Fusses bilden. Die anderen von der Kopfarterie herrührenden Zweige vertheilen sich in den Fühlhörnern, in der vorderen Kopffläche und in den Endorganen des Geschlechtsapparates.

Milne Edwards hat nachgewiesen, dass ein Capillarsystem zwischen Arterien und Venen bei den Gasteropoden fehlt. Auch bei unserer Weinbergschnecke ergiesst sich das Blut, welches die arteriellen Gefässe bereits durchsetzt hat, überall in die Lückenräume des Fusses und der anderen Organe. Die Hohlräume stehen mit der Eingeweidehöhle durch weite Oeffnungen, deren Dasein besonders auf der Rückenfläche des Fusses leicht erkenntlich ist, in Verbindung. Die Körperhöhle gehört also zum Lückensystem; die Eingeweide werden vom Blute umspült. In der That lässt eine in der Körperwand gemachte Oeffnung eine opalisirende Flüssigkeit austreten, welche dem direct dem Herzen entnommenen Blute vollständig gleich kommt.

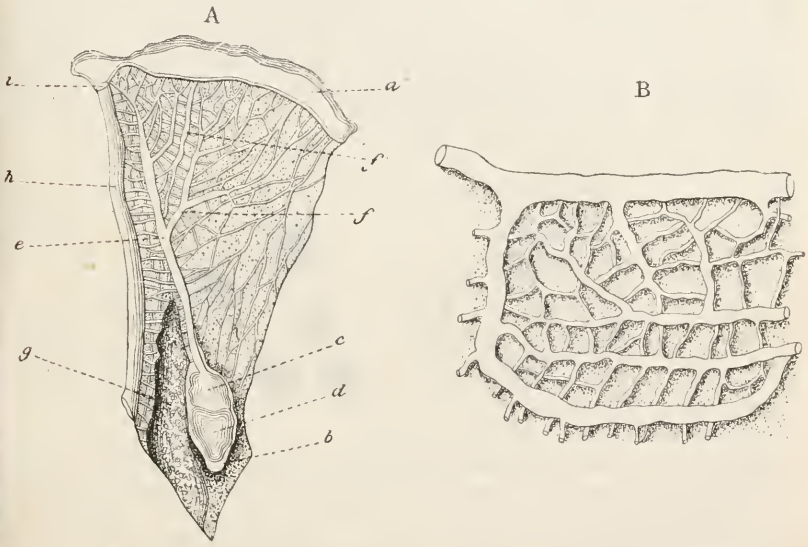
Andererseits bemerken wir, dass eine Einspritzung in die Fleischmasse des Fusses in die Körperhöhle und in die zuleitenden Gefässe der Lunge eindringt. Wir haben das von Milne Edwards in seiner Schrift über den Blutkreislauf der Mollusken empfohlene Verfahren angewendet, um diesen constanten Zusammenhang zwischen den Lückenräumen und dem Gefässsystem deutlich darzustellen. Für alles, was den Verlauf der eigentlichen Venen anbetrifft, verweisen wir auf die schönen, diese Arbeit begleitenden Tafeln.

Nachdem wir das Röhrchen einer Injectionsspritze in dem Augenfühler einer durch Asphyxie getödteten Weinbergschnecke fixirt haben, spritzen wir langsam eine mit löslichem Blau gefärbte Gelatinemasse ein. Bald nachher sieht man die Haut des Rückens und des Fusses erblauen; die Injectionsmasse ist also in die Tiefe der Gewebe eingedrungen. Auf Schnitten dieser Organe, die in Alkohol gehärtet worden sind, sieht man die zwischen die Muskelbündel und in die Maschen des Bindegewebes eingedrungene Injectionsmasse, die meist auch in die an der Decke des Lungensackes verästelten Venen und durch diese bis zur Vorkammer vorgedrungen ist. Es ist also bewiesen, dass das die Darmhöhle und das Lacunensytem füllende Blut in die zu den Lungen führenden Gefässe übergeht. Nachdem es sich durch die mittelbare Berührung mit der im Lungensacke enthaltenen Luft oxydirt hat, kehrt es zur Vorkammer und dann zur Herzkammer zurück, um aufs Neue durch die Contractionen dieser letzteren in das Arteriensystem getrieben zu werden. Dieser Uebergang des Blutes in das Venensystem wird durch zahlreiche Oeffnungen vermittelt, welche sich besonders auf der Rückenfläche des Fusses, auf dem Rande des Mantelwulstes und auf dem Verlaufe der grossen, den Windungen des Eingeweidesackes folgenden Unterdarmader befinden. Die wichtigsten

Venenstämme entstehen an den genannten Orten. Einer derselben lässt sich durch die Hautdecken eines unverletzten Thieres längs des inneren und oberen Randes der Windung des Eingeweidesackes in der Nähe des Darms gewahren. Mit dem Rectum in engem Zusammenhange ergiesst er auf der Höhe dieses Organs einen Theil seines Inhalts in die Gefässzweige des Lungensackes und verlängert sich vorwärts bis zu der an dem Mantelwulst verlaufenden Vene.

Lunge. — Man nennt so einen dreieckigen Sack, welcher auf der Rückenfläche liegt und vom Mantel und der Körperwand begrenzt wird. Die Luft dringt durch eine runde, im Mantelwulste gelegene Oeffnung, das Pneumostom, ein (*n*, Fig. 361), um welches Muskel-

Fig. 386.



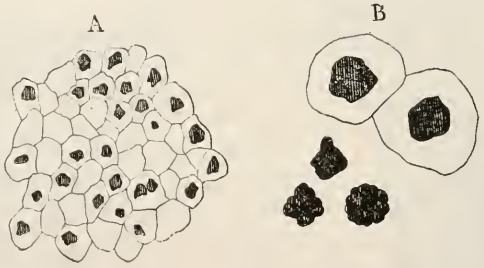
Helix pomatia. — *A*, die von der Innenfläche gesehene Rückenwand des Lungensacks, den Verlauf der Blutgefässe und seine Verbindungen mit Rectum, Herz und Niere zeigend; *a*, Mantelwulst; *b*, Herzbeutel; *c*, Vorkammer; *d*, Herzkammer; *e*, grosse Lungenvene; *f*, Zweig derselben; *g*, Niere; *h*, Rectum; *i*, After; *B*, Fragment des Gefässnetzes der Lunge, unter dem Mikroskop gezeichnet. Leitz, Oc. 1, Obj. 3.

fasern angeordnet sind, vermittelst welcher es abwechselnd sich öffnen oder schliessen kann; die Wände des Sackes sind ebenfalls contractil, so dass das Thier den Inhalt desselben nach Belieben erneuern kann. Wir öffnen den Sack, indem wir die Scheerenspitze in das Pneumostom einführen und lösen die Oberwand auf ihrem ganzen Umkreise ab, um die gegenseitige Lagerung des auf der rechten Seite verlaufenden Afterdarmes, der Niere und des Herzens, welche an seinem hinteren Winkel liegen, vor Augen zu bringen.

Während der aus einer musculösen Lamelle bestehende Boden des Lungensackes vollständig glatt erscheint und keine Blutgefässe besitzt, ist seine Decke reichlich mit Blutgefässen versehen und weist eine eigene Structur auf (*A*, Fig. 386, a. v. S.). Er ist gewöhnlich durch zahlreiche Pigmentzellen grau oder schwarz gefärbt und seine innere Fläche ist von baumartig verzweigten, Blutgefässe enthaltenden Wülsten bedeckt, welche seiner Oberfläche ein zelliges Aussehen verleihen.

Unter der Lupe erkennt man zweierlei Gefässarten; die einen, sehr zart und kaum hervorstehend (*f*, Fig. 386), stammen von der am Rande des Mantelwulstes verlaufenden Circularvene; die anderen, mehr heraustretend, sind Zweige der grossen Lungenvene, deren Hauptstamm eine dem Rectum (*e*, Fig. 386) ziemlich parallele Richtung besitzt und sich bis zur Vorkammer (*c*) erstreckt. Wir haben bereits die Structur dieser Wand beschrieben (Fig. 366), deren Innenfläche mit Wimpern besetzt ist, welche besonders auf dem Verlaufe der grossen Gefässe sichtbar sind. Es ist leicht begreiflich, wie die im Inneren der Lunge

Fig. 387.



Helix pomatia. — Drüsenzellen der Niere, mit gefärbten, vom Organismus auszustossenden Concretionen. Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *B*, Zellen und unter stärkerer Vergrösserung gesehene Concretionen. Gundlach, Oc. 1, Obj. 7. Imm.

und durch ihre Contractionen stets wechselnde Luft unmittelbar auf das in dem reichen, soeben besprochenen Gefässnetz befindliche venöse Blut, wenn auch nur während der Thätigkeitsperiode des Thieres, wirkt. Die Drüsen des Mantelwulstes befeuchten fortwährend die Lungenöffnung und diese Absonderung hält die zufällig eindringenden Staubtheilchen ab.

Niere. — Unter diesem Namen bezeichnet man meistens das graugelbliche, dreieckige Organ, welches hinter dem Athemsack zwischen Herz und Rectum (*k'*, Fig. 363 und *g*, Fig 386) gelegen ist. Die Niere ist von einer Bindegewebslamelle, welche ihr gewissermaassen als Scheide dient, umgeben; ihre innere Structur nähert sie dem Bojanus'schen Organe der Lamellibranchier, dem sie übrigens homolog ist. Wie jenes, besteht dieses Organ aus einem Sack mit weichen und

zarten Wänden, die in zahlreiche Lamellen gefaltet sind, deren innerer Rand in die Höhlung des Sackes frei vorragt. Letztere ist sehr eng und meist von einer granulösen, graulichen Substanz gefüllt, welche, sobald man den Sack öffnet, in Fülle ausfliesst und die unter starker Vergrösserung aus einer Menge kleiner, unregelmässiger Concretionen zusammengesetzt erscheint. Diese Verhärtungen entstehen im Inneren unregelmässig polygonaler Zellen (Fig. 387), welche die bereits besprochenen Lamellen bedecken und sich sogar in mehrfachen Schichten darauf vorfinden. Man erhält davon schöne Präparate, wenn man Fragmente der Niere in Osmiumsäure zu 1 Proc. oder in Sublimat fixirt. Man kann sie ebenfalls auf im Blute des Thieres zerzupften Fragmenten im frischen Zustande beobachten. Die kleinsten dieser Zellen besitzen in ihrem Inneren ein vollständig durchsichtiges Bläschen, welches sich nach und nach mit Harnsäure enthaltenden, gelblichen oder grünlichen Concretionen anfüllt. Wenn die Zelle damit gefüllt ist, löst sie sich ab und fällt in die Höhle des Nierensackes, wo ihre Hülle zerreisst und die Concretionen frei werden; man trifft jedoch noch im Ausführungsgang unveränderte Zellen. Der Harnleiter oder Ausführungsgang der Niere erstreckt sich längs der Seite des Sackes, die dem Rectum parallel läuft und endet bei der Athmungsöffnung neben dem After.

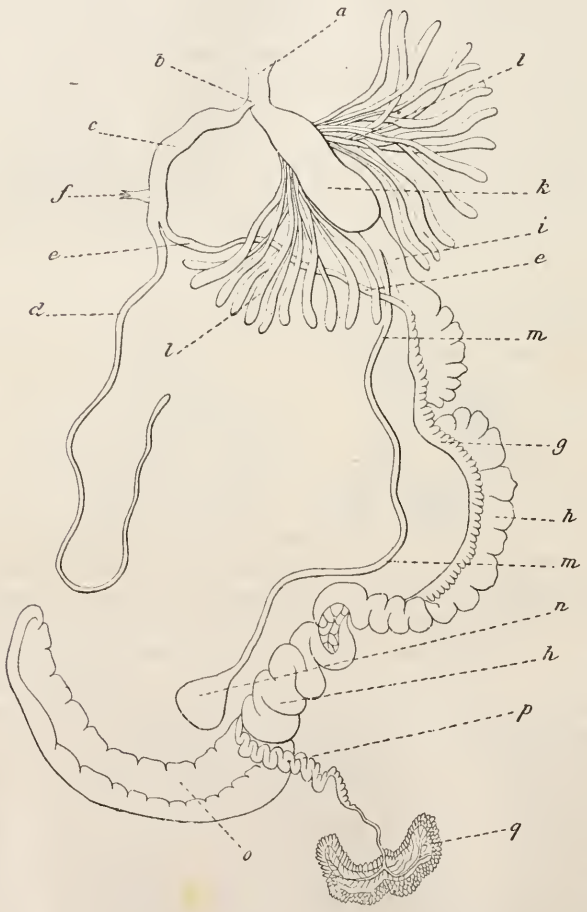
Geschlechtsorgane. — Die Weinbergschnecken sind Zwitter. Ihr Geschlechtsapparat ist sehr voluminös und schliesst eine grosse Anzahl von Nebenorganen ein. Er füllt den Vordertheil der Körperhöhle beinahe vollständig aus und seine weisse Farbe lenkt sogleich den Blick auf ihn, sobald die Rückenhaut aufgeschlitzt ist. Er besteht aus einer Zwitterdrüse (*u*, Fig. 363) mit ihrem Ausführungsgange (*v*), aus einem Eileiter und einem Samengange (*w*), aus einem Samenbläschen (*x*) mit langem Stiel, aus einer grossen Eiweissdrüse (7), einem Pfeilsacke (*z*), gefingerten Drüsen (1) und aus einem Penis (2) mit einem langen Geisselanhange (5) (Flagellum). Das Ganze mündet in eine endständige Geschlechtscloake (6), deren äussere Oeffnung hinter dem rechten Augenfühler (*o*, Fig. 361) gelegen ist.

Wir beginnen die Beschreibung dieses Apparates von dem hinteren Ende an.

Die Zwitterdrüse (*q*, Fig. 388, a. f. S.) ist der concaven Fläche des letzten die Spitze der Schale einnehmenden Lappens der Verdauungsdrüse angelagert; ihre weisse Farbe lässt sie auf dem bräunlichen Grunde der Leber sogleich erkennen. Sie besteht aus mehreren, beinahe cylindrischen Follikeln, welche an ihrem blindgeschlossenen Ende etwas erweitert sind; an der Innenfläche ihrer feinen und durchsichtigen Wände sind Eichen oder Samenzellen angeheftet (*a b*, Fig. 389, *B*, a. S. 813). Diese Zellen lösen sich bei der Reife ab; während des Sommers findet man deswegen in der Höhlung der Follikel mehr oder minder entwickelte

Spermatocysten, mit ihren Köpfen zusammengeklebte Zoospermenbündel (*C*, Fig. 389), und Knäuel von freien, durch ihre fadenförmigen Schwänze verfilzten Zoospermen. Die Zoospermen sind sehr dünn und lang; ihr etwas ve dicktes Ende trägt ein ovales Köpfchen (*C*, Fig. 389). Man kann sie im lebenden Zustande nur im Blute des Thieres beobachten, da das Wasser sie sogleich tödtet.

Fig. 388.

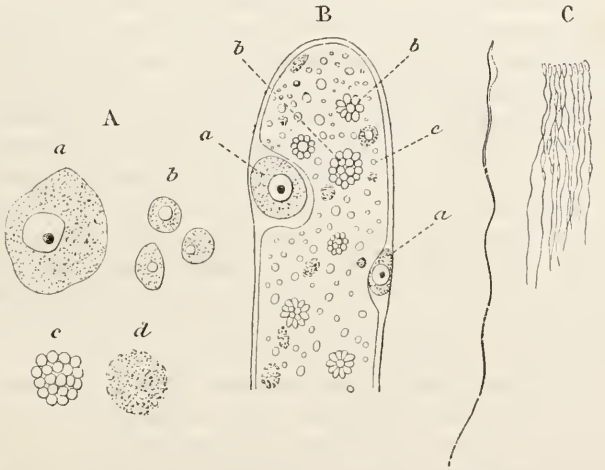


Helix pomatia. — Der Geschlechtsapparat von den anderen Organen isolirt. *a*, Oeffnung der Genitalcloake; *b*, Vereinigungspunkt des Penis mit der Cloake; *c*, Penis; *d*, Flagellum; *e*, Ausführungsgang; *f*, Rückziehmuskel des Penis; *g*, Prostata; *h*, Eileiter; *i*, freier Theil des Eileiters; *k*, in die Genitalcloake sich öffnender Liebespfeilsack; *l*, gefingerte Drüsen; *m*, Stiel des Samenbläschens; *n*, Samenbläschen; *o*, Eiweissdrüse; *p*, Zwittercanal; *q*, Zwitterdrüse.

Die Follikel der Zwitterdrüse convergiren als kleine Büschel zu Ausführungsgängen, welche ihren Inhalt in einen grossen Sammelcanal, den Zwittercanal (*p*, Fig. 388), ergiessen. Beim Austritt aus der Drüse wendet sich dieser vielfach gewundene Canal nach vorn; sein Durchmesser ist an jener Stelle sehr eng; er erweitert sich jedoch in seinem Verlaufe und verengt sich aufs Neue an dem Punkte, wo der Canal die Eiweissdrüse trifft.

Diese Drüse (*o*, Fig. 388), deren Grösse und Consistenz je nach ihrer Thätigkeit wechseln, ist zungenförmig, mit einer glatten Aussenfläche von weisser oder gelblicher Farbe und gallertartigem Aussehen. Bei jungen Individuen besteht die Drüse aus getrennten Läppchen; bei Erwachsenen und besonders während der Fortpflanzungszeit sind diese Läppchen so mit einander verschmolzen, dass es schwer hält, sie

Fig. 389.



Helix pomatia. — *A*, aus der Zwitterdrüse gewonnene Geschlechtsproducte; *a*, Ei; *b*, Eikernchen; *c*, Samenzellen; *d*, Haufen von Granulationen. *B*, Ein Follikel der Zwitterdrüse; Leitz, Oc. 1, Obj. 7. *a*, Eier; *b*, Samenzellen; *c*, Granulationen und im Follikel schwebende Zellchen. *C*, freie, mit den Köpfen zusammengeklebte Zoospermen; Gundlach, Oc. 1, Obj. 7. Imm.

zu erkennen. Die Drüse scheint dann aus einer homogenen Masse gebildet zu sein, in deren Mitte ein grosser Ausführungscanal zu dem Anfang des Eileiters verläuft, von dem sogleich die Rede sein wird. In seinem halbflüssigen, feinkörnigen Inhalte schwimmen eine Menge von Eiweisströpfchen in Gestalt kleiner, durchsichtiger Bläschen.

In der Höhe des vorderen Endes der Eiweissdrüse spaltet sich der Ausführungscanal der Zwitterdrüse. Die Eier werden in einem weiten, mit weichen und gefalteten Wänden versehenen Canal weiter

geführt, dessen Gewebe bei Berührung mit Wasser (*h*, Fig. 388) aufschwillt und eine gewisse Aehnlichkeit mit demjenigen der Zwitterdrüse besitzt. Dieser Eileiter verengt sich an seinem Vorderende, wo die Wände musculöser sind und erstreckt sich in dieser Gestalt bis zur Geschlechtscloake (*i*, Fig. 388).

Was nun den Samen anbetrifft, so fliesst er von der Eiweissdrüse aus in eine Rinne, die in der Höhlung des Eileiters eingegraben und durch zwei übereinandergelegte Falten gebildet ist, welche die Rinne zu einem wirklichen Samencanale abschliessen. Diese Rinne wird beiderseits auf dem grössten Theil ihres Verlaufes von einem drüsenartigen, gefranzten Bande begleitet, welches als Prostata angesehen wird und eine körnige Flüssigkeit absondert, die sich dem Samen beimischt (*g*, Fig. 388). Weiter von dieser Gegend wird der Samengang von dem Eileiter unabhängig; sein Verlauf ist leicht gewellt; er endet am hinteren Ende des Penis (*e*, Fig. 388).

Man betrachtet als Penis ein cylindrisches, hohles Organ mit fleischigen Wänden, die eine Doppelschicht von Quer- und Längsmuskelfasern enthalten und innen mit cylindrischen Zellen ausgekleidet sind. Dieses Organ ist an der Aussenseite glatt und im Inneren sehr gefaltet; es kann sich wie ein Handschuhfinger umstülpen und im Momente der Begattung aus der Oeffnung der Genitalcloake hervortreten (*c*, Fig. 388).

An dem Hinterende des Penis, neben dem Ausmündungspunkte des Samenganges, bemerkt man ein sehr langes, dünnes Rohr, Flagellum genannt, welches 7 bis 8 cm misst und dessen Durchmesser nach und nach sich bis zu seinem Ende verengt (*d*, Fig. 388). Seine auf Schnitten sichtbare Höhlung steht mit derjenigen des Penis in Verbindung; die musculösen Wände enthalten Drüsen und man nimmt allgemein an, dass das Flagellum die Hüllensubstanz der Spermatophoren liefere, von denen später die Rede sein wird.

Die Genitalcloake (Vorhof einiger Autoren) (*a*, Fig. 388), in welche alle Fortpflanzungsorgane zusammenlaufen, ist ein hohler Cylinder von 10 bis 12 mm Länge, welcher, wie bereits gesagt, hinter dem rechten Augenfühler mündet. Sie ist auf der Innenfläche gefaltet und ausser dem Penis steht sie mit mehreren Nebenorganen in Verbindung.

Das Samenbläschen (*n*, Fig. 388) oder die Begattungstasche ist ein birnförmiges Organ von bräunlicher Farbe, neben der Eiweissdrüse gelegen und mit der Genitalcloake durch einen langen hohlen Stiel (*m*) verbunden. Letzterer erstreckt sich längs des Eileiters, mit welchem er durch eine peritoneale Lamelle verbunden ist. Man findet in seiner, übrigens wie diejenige des Bläschens sehr engen Höhlung eine kleine Quantität von Samen und öfters parasitische Infusorien.

Zwei gefingerte Drüsen (*l*, Fig. 388) befinden sich einige

Millimeter weit vor dem Vereinigungspunkte des Canals des Samenbläschens mit der Cloake; sie besitzen eine ziemlich grosse Anzahl von verästelten und von einander getrennten Röhren (die Zahl wechselt von einem Thier zum anderen). Gewöhnlich sind sie weiss, manchmal auch bräunlich gefärbt. Diese Drüsen sondern eine milchige, Kalkconcretionen enthaltende Flüssigkeit ab, welche wahrscheinlich eine Rolle in der Bildung der Eischale spielt.

In der nächsten Nähe der gefingerten Drüsen liegt der Liebespfeilsack (*k*, Fig. 388), ein grosser Cylinder mit abgerundetem Ende, dessen dicke und stark musculöse Wände eine enge Höhlung einschliessen. Letztere enthält ein kalkiges Stilet, den Liebespfeil, dessen äusserst scharfe Spitze gegen die Genitalcloake zugewendet und dessen angeschwollene Basis auf einer besonderen Warze im Hintergrunde des Sackes eingepflanzt ist. Um ihn herauszunehmen, braucht man nur die fleischige Wand des Sackes der Länge nach zu spalten. Der Liebespfeil besitzt eine Länge von 5 bis 6 mm. er braust in Säuren auf und dient als Reizmittel bei der Begattung. Man findet ihn in der Regel in der Haut der begatteten Individuen in der Nähe der Geschlechtsöffnung eingepflanzt. Nach der Begattung ist der Sack leer; höchst wahrscheinlich bildet sich ein neuer Pfeil im Inneren, wir haben uns aber davon nicht überzeugen können.

Wir wissen, dass die Befruchtung bei der Weinbergschnecke eine gegenseitige ist. Die beiden sich paarenden Individuen sind zu gleicher Zeit Männchen und Weibchen. Ihre Genitalcloake dehnt sich ungemein aus und der Penis, wie bereits gesagt, tritt hervor und dringt bis zur Oeffnung des Samenbläschens in die Cloake des anderen Thieres vor. Trennt man die sich begattenden Individuen plötzlich, so sieht man, dass der Samen des einen nicht flüssig in das Samenbläschen des anderen einfliesst, sondern dass der Befruchtungsstoff in einen Sack, das Spermatophor, eingeschlossen ist. Dieses ist cylindrisch, von gleichem Durchmesser wie der Canal des Flagellums; es wird von einer eiweissartigen, durchsichtigen und elastischen Substanz gebildet, welche theilweise im Flagellum, theilweise in der Penisscheide entsteht (Moquin-Tandon, Baudelot). Die Hülle des Spermatophors soll sich nach ihrer Einführung in das Samenbläschen lösen und endlich in dem Stiel desselben gänzlich verschwinden, so dass die Samenthierchen dort frei werden (Baudelot).

Die Weinbergschnecke legt ihre Eier in die Erde während den Monaten Juni und Juli. Die in der Zwitterdrüse entstandenen Eier umgeben sich im Eileiter mit einer dicken Schicht von durchsichtigem Eiweiss, die später von einer elastischen, Kalkconcretionen enthaltenden Schale eingeschlossen wird.

Was die Embryonalbildung anbetrifft, so verweisen wir auf die bereits erwähnten Arbeiten von Ihering und Fol.

Die unter dem Namen Gasteropoden gruppirten Mollusken weichen untereinander bedeutend mehr ab als diejenigen, welche die Classe der Lamellibranchier bilden. Wir werden deshalb mehr in Einzelheiten eingehen müssen.

Die allgemeine Anordnung der Organe ist überall annähernd dieselbe. Ein abgesonderter Kopf fehlt nur den Placophoren (*Chiton*). Der musculöse Fuss ist stets bauchständig, zuweilen zu einer breiten Scheibe ausgedehnt (*Patella*); in die Länge gestreckt (*Limax*) oder in zwei Seitenlappen ausgezogen, welche die Schale bedecken (*Philine*) oder sogar als Flossen dienen können (*Gastropteron*); zuweilen aber ist ein Theil des Fusses in eine blattförmige Flosse umgewandelt (*Heteropoden*). Selten kommt es vor, dass dieses äusserst zusammenziehbare Organ in der Weise gebogen ist, dass es dem Thiere erlaubt ist, Sprünge zu machen (*Strombus*). Ausnahmsweise verlängert sich auch der Fuss in eine blasige, Luftbläschen enthaltende Platte, welche dann als Flosse fungirt (*Janthina*). Der Fuss kann übrigens auch gänzlich fehlen (*Phyllirhoë*).

Die Form des Körpers, welche nur bei *Chiton* abgeplattet und symmetrisch ist, wechselt je nach der Anordnung des Mantels. Letzterer ist immer einfach, rückenständig und sein gewöhnlich verdickter Rand besitzt Drüsen; manchmal trägt er auch Tentakel.

Die vom Mantel abgesonderte Schale ist entweder eine äusserliche oder als innerliche Bildung von dem Mantel bedeckt (*Limax*). In den meisten Fällen kann sich das Thier gänzlich in sie zurückziehen. Beim Embryo ist sie immer vorhanden, fehlt aber nicht selten bei den erwachsenen Thieren (*Nudibranchier. Pleurobranchus, Pterotrachea*). Sie bleibt bald fein und durchsichtig (*Aplysia, Carinaria*) oder wird zuweilen sehr dick (*Cypraea*).

Bei den Placophoren ist die Schale aus mehreren beweglichen Schuppen gebildet, so dass das Thier sich zusammenrollen kann. Bei allen anderen Gattungen besteht sie aus einem Stücke verschiedenster Form; sie ist abgeplattet und ohrförmig (*Haliotis*); deckelförmig (*Patella*), eine an ihrem Ende mehr oder weniger gewundene cylindrische Röhre (*Vermetus*), oder spiralförmig gewunden. In letzterem Falle drehen sich die Spiralwindungen um eine feste Axe (Columella), die aber auch hohl sein kann; die Oeffnung der Höhle wird der Nabel genannt (*Solarium*). Man unterscheidet demnach genabelte und ungenabelte Schalen.

Meistentheils sind die Spiralwindungen der Schale in der Columella verwachsen (*Helix*); zuweilen berühren sie sich nur (*Cyclostoma*), selten bleiben sie ganz getrennt (*Scalaria*). Man unterscheidet immer auf dem Umfang des Mundes den Columellarrand oder die innere Lippe und eine äussere Lippe. Dieselbe ist ganzrandig (Holostom) oder ausgeschnitten und verlängert sich in eine Art Röhre oder Sipho (Siphonostom).

Je nachdem die Spiralwindungen sich nach rechts oder links drehen, wird die Schale eine rechts- oder linksgewundene (*Physa, Clausilia*) Schale genannt. Wenn sie auf der gleichen Fläche gewunden ist, ist die Schale scheibenförmig (*Planorbis*); wenn sie sich aber auf verschiedenen, mehr oder weniger schräg zur Columellaraxe stehenden Flächen aufwindet, wird die Schale kegelförmig (*Trochus*), cylindrisch (*Pupa*), kugelig (*Dolium*), spindelförmig (*Fusus*) u. s. w. Manchmal hüllt die letzte Spiralwindung die übrigen Windungen ein (*Cypraea*).

Bei mehreren Gasteropoden (*Cyclostoma, Trochus, Murex*) kann die Oeffnung der Schale beim Zurückziehen des Thieres vermittelst eines permanenten, hornigen oder kalkigen, am Hinterende des Fusses befestigten Deckels (Operculum) geschlossen werden. Das Operculum schliesst die Oeffnung vollständig (*Paludina*) oder nur unvollkommen (*Nassa, Strombus*).

Wir haben von dem das Operculum während des Winters ersetzenden Epiphragma der Weinbergschnecke gesprochen; sein Dasein ist nur vorübergehend; bei *Clausilia* findet man aber eine eigenthümliche Vorrichtung, die während aller Jahreszeiten gleich fungirt. Es ist dies eine hornige Lamelle, welche an der Columella durch einen kurzen, federnden Stiel angeheftet ist, der von selbst zuschnappt, sobald das Thier sich in sein Gehäuse zurückzieht.

Die eigentliche Structur der Schale ist stets ziemlich complicirt; man findet in ihr mehrere Schichten von Lamellen, welche in prismatische, mit Kalksalzen erfüllte Zellen zersetzbar sind.

Die Haut ist bei den im Wasser lebenden Gattungen gewöhnlich von einem Wimperepithelium überzogen. Die Oberhaut schlägt sich manchmal über die Schale zurück (*Cypraea, Natica*) und kann Haare tragen. Die Haut, welche sich in die unterliegenden Muskelschichten fortsetzt, enthält auf ihrem ganzen Umfange zerstreute Schleimdrüsen. Ihr Secretionsproduct ist bei einigen Opisthobranchiern (*Aplysia*) stark grün oder rothbraun gefärbt. Bei *Limax* erstreckt sich eine Drüse über die ganze Mittellinie des Fusses; sie besteht aus einer grossen Anzahl von kleinen, einzelligen Drüsen, deren feine Absonderungscanälchen sich in einen Sammelcanal entleeren, welcher zwischen dem Kopf und dem Fuss mündet. Ausserdem findet sich bei der Gattung *Arion* eine grosse Schleimdrüse auf dem Hintertheil des Fusses. Houssay hat vor Kurzem suprapedale Schleimdrüsen bei mehreren Gasteropoden beschrieben. Man wird in seiner Arbeit die verschiedenen Gründe finden, die seiner Ansicht nach für eine Homologie zwischen den Fussdrüsen der Gasteropoden und den Byssusdrüsen der Lamellibranchier sprechen.

Wir müssen ebenfalls die zahlreichen, einzelligen Drüsen erwähnen, welche bei *Phyllirhoë* eine gelbliche, phosphorescirende Flüssigkeit absondern.

Man findet zuweilen in der Haut spiessförmige Kalkconcretionen (*Doris, Pleurobranchus*). Besondere Follikel bilden bei *Chiton* chitinöse Härchen. Endlich hat man bei einigen Nudibranchiern das Vorhandensein von Nematocysten, die denen der Coelenteraten sehr ähnlich sehen, bemerkt. Diese Vertheidigungsorgane sind bei *Aeolis* in kleine Säckchen am Ende der Rückenpapillen eingeschlossen; ihre Form ist rundlich und ihr Cnidocil manchmal verzweigt.

Die Tegumente der pelagischen Heteropoden sind durchsichtig und besitzen eine gallertartige Consistenz, man findet trotzdem darin auch zerstreute Kalkconcretionen. Die Haut ist von der Muskelschicht deutlicher getrennt als bei den anderen Gasteropoden.

Die Verschiedenheiten des Nervensystems ergeben sich aus der relativen Anordnung der Hauptganglien: Hirn-, Fuss- und Visceralganglion, sowie aus der Vermehrung der Nebenganglien, welche sich auf dem Verlaufe der von den ersten entstehenden Nerven vorfinden. Bei *Tethys* sind die Hauptganglien dermaassen zusammengedrängt, dass sie nur noch eine grosse, oberhalb des Schlundes befindliche Nervenmasse bilden. Man findet indessen bei derselben Gattung eine grosse Menge von Nebenganglien, die in der Dicke der schirmförmigen Ausdehnung des Mantels zerstreut sind.

Das centrale Nervensystem zeigt bei den Prosobranchiern und Heteropoden eine weit grössere Differenzirung; die Ganglien sind alle getrennt. Die Hirn- und Fussganglien befinden sich stets in der Nähe des Schlundes, aber das Visceralganglion ist mehr oder weniger davon entfernt. Letzteres ist mit dem Hirnganglion durch zuweilen parallele, zuweilen gekreuzte Connective verbunden. v. Ihering machte auf diesen wichtigen Unterschied aufmerksam. Er bezeichnet als *Chiastoneuren* (*Paludina, Cyclostoma*) diejenigen Gasteropoden, deren Connective durch ihre Kreuzung eine Art Chiasma bilden und als *Orthoneuren* (*Murex, Buccinum*) diejenigen, bei welchen eine

solche Kreuzung nicht existirt, sondern jedes Visceralganglion mit dem correspondirenden Hirnganglion verbunden ist.

Die Fussganglien rücken weit nach hinten bei *Haliotis* (Lacaze-Duthiers) und *Fissurella* (Ihering) und sind längs ihrem Verlaufe durch mehrere Quercommissuren mit einander verbunden, so dass sie im Fusse anscheinend eine Doppelkette bilden, die durch ihre Anordnung an die doppelte Nervenkette gewisser Arthropoden erinnert. Das Gleiche geschieht bei *Chiton*. Dagegen fehlen die Hirnganglien bei der letzteren Gattung, was sich durch die Abwesenheit der Sinnesorgane bei diesen sonderbaren Gasteropoden erklärt.

Unter den Cephalophoren, deren Ganglienzahl beschränkt ist, können wir die meisten Opisthobranchier erwähnen, deren Visceralganglien sich sehr den Fussganglien nähern, wie es die allgemeine Regel bei den Pulmonaten ist.

Zu den am weitesten verbreiteten Nebenganglien gehören die Commissuralganglien, die sich auf dem Verlaufe der Commissuren des Schlundringes bei vielen Gattungen finden; das Siphonalganglion, welches, wenn vorhanden, sich an der Basis des Siphos befindet, gelangt oft zu einer gewissen Grösse und wird bei *Cypraea* z. B. sehr gross; die Geruchsganglien, welche öfters den gleichnamigen, zu den Endanschwellungen der Fühler sich begebenden Nerven ansitzen; ferner das genito-branchiale Ganglion der Aplysien, welches durch eine doppelte Commissur mit dem Schlundring verbunden ist u. s. w.

Bei den Pulmonaten bemerken wir ebenfalls im Verwachsen der verschiedenen Ganglien ziemlich grosse Unterschiede. Während sie bei *Testacella* zu einer einzigen Masse verschmolzen sind, treffen wir sie manchmal weiter getrennt, als es bei der Weinbergschnecke der Fall ist. So sind z. B. bei *Limax*, *Oncidium* die Hirnganglien bedeutend auseinander gerückt, während bei *Limnaeus*, *Zonites* die Unterschlundganglien am deutlichsten hervortreten. Wir wissen übrigens, dass die Sinnesnerven stets aus den Hirnganglien entspringen, selbst dann, wenn die Hörbläschen dem Unterschlundganglion aufliegen (Lacaze-Duthiers).

Man begegnet öfters einem in der Nähe des Pharynx gelegenen stomatogastrischen Ganglienpaare. Gewöhnlich sind sie klein und durch sehr feine Fädchen mit den Hirnganglien verbunden, wie wir es bei der Weinbergschnecke beschrieben haben.

Die Sinnesorgane fehlen selten. Der Tastsinn ist wahrscheinlich der verbreitetste. Die bereits bei *Helix* erwähnten Untersuchungen von Flemming haben das Dasein von zahlreichen Nervenverästelungen im Fusse, in den Mundlappen, in den Tentakeln von mehreren Gattungen nachgewiesen. Diese Verzweigungen begeben sich zur Basis von zweierlei Arten von Zellen: die einen, welche kleine, glänzende Stäbchen tragen, sind auf den hervortretenden Theilen der Haut, besonders am Fussrande, gelegen; die anderen, die hauptsächlich an der Oberfläche der Fühler der wasserbewohnenden Gasteropoden sich vorfinden, sind mit Büscheln von sehr feinen Härchen besetzt.

Es ist übrigens sehr schwierig, die eigentlichen Tastzellen von den Geschmacks- und Geruchszellen zu unterscheiden. Man hat z. B. als solche den vorigen ähnliche Zellen betrachtet, welche sich in der Nähe des Mundes befinden. Fischer und Crosse bezeichnen bei den landbewohnenden Pulmonaten als Geschmacksnerven zwei kleine Nervenfädchen, welche ans getrennten Ausbauchungen des Hirnganglions entspringen und in den Schlundkopf eindringen. Zahlreiche physiologische Untersuchungen erlauben keinen Zweifel über die Localisirung des Geruchssinnes am Ende der grossen Fühler bei den Landschnecken, und man weiss, dass der sich dahin begebende

Nerv, nachdem er den Sehnerven abgegeben hat, sich in mehrere sehr feine Aestchen verzweigt, die bis zur Basis der das Ende des Tentakels bedeckenden Hautzellen gelangen. Diese Zellen wären ausschliesslich Geruchszellen. Lacaze-Duthiers hat bei den Wasserpulmonaten eine kleine gewimperte Einstülpung des Mantels entdeckt, die in der unmittelbaren Nähe der Athmungsöffnung liegt und in Verbindung mit einem Nervenganglion steht. Bei *Planorbis* besitzt diese Einstülpung die Form eines Säckchens, dessen blindes Ende sich in das Ganglion selbst einsenkt, welches mit einem Fädchen des Mantelnervens in Verbindung steht; bei *Limnaeus* gabelt sich der Blindsack, bewahrt aber trotzdem ähnliche Beziehungen zu dem Nervensystem. Es ist möglich, dass hier ein Geruchsorgan ausgebildet ist, wie Spengel annimmt, der es mit einer bei *Haliotis*, *Fissurella*, auf jeder Seite des Körpers befindlichen Einstülpung, die durch das Oberschlundganglion innervirt wird, homologisirt. Endlich kann vielleicht noch das Wimperorgan der Heteropoden, welches an der Oberfläche ihres Eingeweidesacks gelegen ist, als Geruchsorgan angesehen werden. Es besteht aus einem Grübchen, das auf dem angeschwollenen Ende eines vom Eingeweideganglion herrührenden Nerven aufruht.

Die Hörbläschen wurden beinahe bei allen Gasteropoden vorgefunden, bei denen man sich die Mühe gegeben hat, sie zu suchen. Ihre Lage wechselt ungemein. Mit Ausnahme der Heteropoden, wo sie frei an der hinteren Seite des Hirns stehen, befinden sich diese Organe gewöhnlich in der Nähe der Fussganglien (*Cyclostoma*, *Planorbis*) in mehr oder weniger grosser Entfernung, oder auch unmittelbar auf ihnen, wie bei *Helix*, *Limax* u. s. w. Lacaze-Duthiers hat aber nachgewiesen, dass, welches auch ihre Stellung sei, die zu den Hörbläschen laufenden Nerven stets aus den Hirnganglien entspringen. Der Gehörnerv ist meist auf jeder Seite zwischen die Schlundcommissuren eingeschaltet.

Die Hörbläschen sind sphärisch oder eiförmig; sie sind innen mit cylindrischen Wimperzellen und mit Stäbchenzellen ausgekleidet, welche auf der einen Seite lange, besonders bei den Heteropoden (*Pterotrachea*) zahlreiche Gefühlshärchen (Hörstäbe von Ranke) tragen und zu deren anderem Ende Nervenfäserchen treten. Jedes Hörbläschen ist mit einer klebrigen, durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt, in welcher die Otolithen schwimmen. Letztere sind bei den Erwachsenen am zahlreichsten, während bei den Embryonen nur ein einziger grosser, sphärischer Otolith vorhanden ist; er kann während des ganzen Lebens vereinzelt bleiben (*Cyclostoma*, *Carinaria*).

Die Augen fehlen selten (*Chiton*). Sie sind bei einigen, dunkle Höhlen bewohnenden Gasteropoden verschwunden, wie man es bei *Helix Hauffeni* von Krain festgestellt hat. Mit Ausnahme von *Doris*, wo sie unter der Haut versteckt sind, befinden sich diese Organe an der Oberfläche, bei den *Basommatophoren* an der Basis der Fühler (*Voluta*, *Limnaeus*), bei den *Stylommatophoren* am Ende derselben (*Helix*, *Limax*). Bei *Strombus* steht das Auge auf einem kleinen speciellen, an dem Tentakel liegenden kürzeren Stiel. Semper hat bei *Oncidien* von den Philippinen auf der Rückenfläche befindliche, mehr oder minder zahlreiche Nebenaugen beschrieben, die sehr hoch entwickelt sind; bei der europäischen Art (*Oncidium celticum*) fehlen diese Rückenaugen (Joyeuz-Laffuie). Einige Autoren haben ebenfalls als supplementäre Augen, den Ocellen der Lamellibranchier vergleichbar, die Pigmentflecken betrachtet, welche sich am Mantelrande von *Trochus* vorfinden.

Bei allen Gasteropoden ist das Auge hoch entwickelt; es besitzt, wie wir es bei der Weinbergschnecke beschrieben haben, eine Sclerotica, eine Hornhaut, eine Choroidea, welche sich manchmal nach vorn als Iris umschlägt; ferner eine Retina, in welcher man mehrere Schichten von Nerven-

elementen nachweisen kann. Die Augenhöhlung ist von dem Glaskörper und einer grossen sphärischen Linse eingenommen, welche von einer eiweissartigen, durchsichtigen und in concentrischen Schichten abgelagerten Substanz gebildet wird. Bei den Heteropoden bildet die Sclerotica eine feste und elastische Kapsel, welche die Linse auf der Vorderfläche hervortreten lässt und auf deren Seiten specielle Muskeln zur Bewegung des Auges sich ansetzen.

Der Darmcanal fehlt nie bei den Gasteropoden. Der stets bauchständige Mund befindet sich manchmal am Ende eines verlängerbaren Rüssels (*Mitra, Dolium, Heteropoden*). Er ist von gefalteten Lippen umgeben, die zuweilen Fühltaster tragen (*Glandina*) und führt in eine von den dichten und musculösen Wänden des Pharynx begrenzte Höhlung. Die hornigen Kautheile dieser Höhlung fehlen selten (*Thetys, Rhodopa*), sie erlangen sogar bei den *Heteropoden* einen hohen Grad der Entwicklung. Man bezeichnet im Allgemeinen unter dem Namen Kiefer einen hornigen, an der Rückfläche des Schlundes gelegenen Theil. Bei *Limnaeus* ist dieser unpaarige Kiefer von gleichfalls hornigen Stücken seitlich begleitet. Bei *Cerithium*, *Triton* etc. ist der Kiefer durch zwei Seitenplättchen ersetzt, welche in ähnlicher Weise, wie die Radula, gezähnelt sind. Letztere befindet sich auf dem Boden der Schlundhöhle, nimmt aber nicht die Stellung eines stets fehlenden Unterkiefers ein. Die sehr verschieden gestalteten Zähne der Radula sind gewöhnlich auf drei Reihen gestellt, eine mediane und zwei seitliche; manchmal sind es einfache Papillen, manchmal aber auch starke Haken; nur selten fehlen sie, in diesem Falle ist die Radula glatt (*Eulima* und *Stylifer*, diese letztere Gattung lebt als Parasit auf Echinodermen). Form, Zahl und Stellung der Zähne sind für die Zoologen wichtig; Troschel u. A. haben diese Charaktere zur Eintheilung der Prosobranchier benutzt. Bei vielen Gasteropoden kann sich die Radula in eine Art Scheide am Grunde der Schlundhöhlung zurückziehen. Dieser Zungensack ist besonders bei grösseren Fleischfressern entwickelt (*Algira*). Bei *Conus*, *Pleurotoma* u. s. w. kann die mit langen Häkchen bewaffnete Radula aus dem Munde gestossen werden. Ihre Stichwunde scheint bei *Conus* giftig zu sein.

Nach dem Schlundkopf folgt eine Speiseröhre von ziemlicher Länge, welche manchmal seitliche Blindsäcke (*Planorbis, Buccinum*), oder an ihrem Hinterende Magentaschen zeigt (*Aplysia, Pleurobranchus*). Der im Allgemeinen geräumige Magen ist manchmal durch eine Querfalte in eine Cardia und einen Pförtnertheil getheilt. Er kann mit chitinösen (*Aplysia*) oder kalkigen (*Bulla*) Platten oder Häkchen bekleidet sein. Der Magen ist von ein oder zwei (*Janthina, Littorina*) Paaren von Speicheldrüsen umgeben. Diese sind röhrenförmig (*Gasteropteron, Aplysia*) oder lappig und abgeplattet (*Limax*). Ihre Absonderungsgänge münden in den Schlundkopf. Bei *Terebra* giebt es nur eine Speicheldrüse mit einem einzigen Ausführungscanal. Diese Organe sondern im Allgemeinen eine schleimige Flüssigkeit ab; bei *Dolium*, *Cassis*, deren Speicheldrüsen sehr entwickelt sind, liefern sie aber eine ziemlich grosse Menge von Schwefelsäure.

Der Darm ist selten gerade. Bei den pflanzenfressenden Schnecken ist er sehr in die Länge gezogen und mehrmals auf sich selbst gewunden (*Patella*). Bei den *Heteropoden* bilden seine aneinander gedrückten und von der Leber, Niere u. s. w. umgebenen Windungen einen grossen, dichten Kern, den sogenannten Nucleus, welcher wegen der Durchsichtigkeit der Körperwände sehr sichtbar ist. Bei *Doris* hat man einen kleinen Blindsack bemerkt, welcher hinter dem Magen in den Darm mündet.

Bei den *Eolidiern* bietet der Darm eine besondere Anordnung. Er trägt zahlreiche, seitliche Verlängerungen, die zuweilen verzweigt sind (*Hermaea*)

und sich bis in das Innere der Rückenpapillen erstrecken können. Die Darmverlängerungen der Eolidier sind, statt wie bei den anderen Gasteropoden mit einem nicht drüsigen Endothelium, mit Verdauungsdrüsen ausgekleidet, welche die fehlende Leber ersetzen. Aber mit Ausnahme dieses Falles ist der Darm von einer besonderen Drüse umgeben, der Verdauungsdrüse oder Leber, deren Ausführungsgänge hinter dem Magen in den Darm münden. Die Leber besteht zuweilen aus zwei symmetrischen Theilen (*Chiton*), gewöhnlich aber aus einer einzigen, in mehrere Lappen getheilten Masse.

Der After öffnet sich in der Regel in der Nähe des Athmungsapparates, manchmal ist er jedoch davon entfernt und nach hinten auf die Rückenfläche zurückgeworfen (*Elysia*, *Aplysia*) und öffnet sich auf der Medianlinie des Körpers (*Chiton*, *Doris*). Bei den Heteropoden befindet sich die Analöffnung auf der Seite des Nucleus (*Pterotrachea*).

An dieser Stelle müssen wir die neben dem Rectum gelegene Purpurdrüse von *Purpura*, *Murex* erwähnen, die einen klebrigen, weissgelblichen, übelriechenden Stoff absondert, der sich unter den Sonnenstrahlen violett färbt, und welcher der Purpur der Alten ist.

Das ausnahmsweise röthlich gefärbte Blut (*Planorbis*) circulirt in einem stets unvollständigen Gefässsysteme. Die Nährflüssigkeit verbreitet sich in den mit der Körperhöhle in Verbindung stehenden Lacunen. Das Herz ist immer dorsal und arteriell auf der Medianlinie (*Chiton*, *Doris*) oder auf der Seite des Athmungsapparates gelegen (*Prosobranchier*). Es ist von einem Herzbeutel umgeben und besteht aus einer birn- oder kugelförmigen Kammer, welche nur selten von dem Rectum durchsetzt wird (*Nerita*, *Turbo*), wie es bei den Lamellibranchiern der Fall ist. Die Herzkammer erhält das Blut von einer Vorkammer, welche bedeutend dünnere Wände besitzt als sie und manchmal nur durch einfache, um die venöse Oeffnung gruppirte Muskelbündel dargestellt ist (*Phyllirhoë*). Die Vorkammer ist bei einigen Gattungen doppelt (*Chiton*, *Haliotis*). Ein System von Atrio-ventricular-Klappen regulirt den Gang des Blutes in der Richtung der Herzkammer. Von dieser entsteht gewöhnlich ein Aortastamm, welcher arterielle Zweige zu dem Kopf und den Eingeweiden abgiebt. Die *Pulmonaten* und *Prosobranchier* sind in dieser Hinsicht am besten entwickelt. Es ist leicht, den Verlauf dieser Arterien zu verfolgen, wenn ihre Wände von Kalksalzen übersintert sind und weiss auf dunklem Grunde hervortreten, wie es der Fall bei *Limax* und *Arion* ist, deren feinste Arterien man so ohne Einspritzung verfolgen kann, was bei anderen Gattungen unmöglich wäre.

Es wird bei den wasserbewohnenden Gasteropoden wie bei den Lamellibranchiern über die Existenz einer Verbindung zwischen Blut und umgebendem Wasser gestritten. Man hat Anordnungen beschrieben, die es dem Wasser erlauben würden, sich mit dem Blute zu vermischen, sei es durch eine Communication zwischen der Niere oder Bojanus'schen Drüse mit dem Herzbeutel, wie es bei den *Heteropoden* der Fall wäre, sei es durch specielle Oeffnungen, welche mit dem Lacunensystem des Fusses anastomosiren würden. Man trifft in der That im Fusse mehrerer pelagischen Ctenobranchier ein System von verzweigten Canälchen, welche einerseits mit der allgemeinen, Blut enthaltenden Körperhöhle, andererseits nach aussen durch eine an der unteren Fläche des Fusses (*Pyrula*, *Conus*, *Cypraea*) gelegene Oeffnung oder auch noch durch mehrere auf den Rändern des Fusses gelegene Poren (*Haliotis*, *Doris*) in Verbindung stehen. Aber die Demonstration der Beziehungen zwischen diesen sogenannten Fussöffnungen und den Blutsinussen zeigt eben solche Schwierigkeiten, wie wir sie bereits bei den Lamellibranchiern erwähnt haben (siehe die Schrift von Schiemenz).

Wie sich dies nun verhalten mag, so existirt bei *Aplysia*, *Arion*, wie bei den meisten Gasteropoden, deren Kreislauf genauer untersucht worden ist, ein umfangreicher, dem von uns bei der Weinbergschnecke nachgewiesenen ähnlicher Eingeweidesinus. Das Blut fliesst von der Eingeweidehöhle sowohl in die Fusslacunen als in die Fühlerhöhlungen, z. B. so, dass der Fuss sehr rasch durch eine Versetzung der Flüssigkeit geschwellt werden kann, ohne dass es nöthig wäre, dafür Wasser von aussen aufzunehmen.

Zuweilen finden sich Lacunenräume auf dem Verlaufe der Arterien; so ist z. B. bei *Haliotis*, *Patella* die Aorta durch einen den Schlundkopf umgebenden Kopfsinus unterbrochen, aus welchem die zum Fusse gehende Arterie entspringt.

Bei den kiemenlosen Gattungen finden sich keine Rücklaufsvenen; das Blut sammelt sich dann unmittelbar um die Vorkammer und dringt von da in das Herz ein. Sie fehlen auch bei allen *Heteropoden*. Bei den anderen Gasteropoden strömt das Blut zur Vorkammer durch Venen, welche sich zu einer oder drei in die Vorkammer mündenden Kiemenvenen vereinigen. Trotzdem erlangt kein Prosobranchier die bei den Lungenschnecken constatirte Entwickelung des Venensystems.

Die Athmungsorgane fehlen nur bei einer kleinen Zahl von Gattungen gänzlich (*Pterotrachea* unter den Heteropoden; *Rhodope*, *Elysia*, *Phyllirhoë* unter den Opisthobranchiern); die Athmung wird dann durch die Haut vermittelt. Wenn Athmungsorgane vorhanden sind, so wissen wir, dass sie entweder durch Kiemen oder durch Lungen vertreten sind.

Die Kiemen sind verzweigte, kammförmige oder baumförmige Hautanhängsel, welche entweder frei auf der Rückenfläche stehen (*Gymnobranchier*) oder in einer Höhle zwischen Fuss und Mantel verborgen sind (*Tectibranchier*). Die Rückenanhänge der *Eolidier* lösen sich mit grosser Leichtigkeit ab, ohne die Athmung in berechenbarer Weise zu stören.

Bei den Placophoren (*Chiton*) und einigen Opisthobranchiern (*Phyllidia*) sind die Kiemen symmetrisch auf jeder Seite des Körpers geordnet. Aber gewöhnlich ist die linke Kieme mehr oder weniger rückgebildet, die rechte allein erreicht eine vollständige Entwicklung (*Pleurobranchier*, *Anisobranchier*) und das Rudiment der linken Kieme zeigt öfters eine von derjenigen der rechten ganz verschiedene Gestalt.

Im Allgemeinen steht die Kiemenöffnung in mehr oder weniger naher Beziehung zu dem After. Wenn dieser, wie bei *Doris*, inmitten des Rückens liegt, sehen wir die baum- oder büschelförmigen Kiemen ihn kranzförmig umgeben. Bei den meisten Prosobranchiern befinden sich indessen die zwei Oeffnungen am Vorderende des Körpers. Die Kiemenöffnung ist entweder kreisförmig und zusammenziehbar oder spaltförmig. Das Athmungssystem wird bei vielen Prosobranchiern (Siphonostomen) durch die Umbildung der Lippen der Kiemenöffnung in einen grossen, verstülpbaren Sipho vervollständigt, durch welchen das Thier, ohne aus seiner Schale zu treten, das umspülende Wasser in sich aufnimmt (*Conus*, *Buccinum*, *Fusus* u. s. w.). Dieser Sipho kann als eine Verlängerung des freien Mantelrandes betrachtet werden, welcher auf sich selbst in Form einer Rinne oder Furche umgeschlagen und gewöhnlich mit Wimpern ausgekleidet ist, die dem Wasser eine constante Richtung geben.

Die der Luftathmung angepasste Lunge der Gasteropoden ist nur eine für diese neue Function modificirte Kieme. Die Homologie beider Organe ist unbestreitbar. Die Lunge ist in der That immer durch einen Einschlag des Mantels gebildet, dessen Wand statt Kiemenblättchen zahlreiche, von Gefässen durchzogene, vortretende Rippen besitzt. Diese verästelten Rippen verbinden sich unter einander und bilden so auf der Decke der Lungenhöhle

ein mehr oder weniger complicirtes Gefässnetz. Die Mantelfalte ist gewöhnlich vorn an der Körperwand angelöthet und besitzt nur eine Oeffnung, das Pneumostom, durch welche die Luft in die Höhlung der Lunge eindringt. Manchmal ist diese Oeffnung nach hinten verlegt (*Testacella*).

Wir kennen übrigens einige Uebergangsformen zwischen der eigentlichen Kiemenathmung und der Lungenathmung. So athmen z. B. *Cyclostomen*, welche durch die Gesammtheit ihrer Organisation zu den Prosobranchiern gehören, die Luft in natura, indem die Decke ihrer Kiemenhöhle, wie bei den Lungenschnecken, mit einem Gefässnetze ausgestattet ist. Andererseits gebrauchen einige wasserbewohnende Pulmonaten (*Limnaeus*, *Planorbis*), welche die Tiefen der Seen bewohnen und nie zur Oberfläche kommen, ihre Lunge zur Wasserathmung. Endlich sind auch manchmal zu gleicher Zeit Lungensack und Kiemen vorhanden (*Ampullaria*).

Was nun die Beziehungen zwischen Kiemen und Herz anbetrifft, so wissen wir bereits, dass sie von den Zoologen zur Classification der Gasteropoden gedient haben. Bei den *Prosobranchiern* liegen die Kiemen vor dem Centralorgan des Kreislaufes, während sie bei den *Opisthobranchiern* hinter ihm liegen. Diese verschiedene Lagerung ist mit einer Organisation im Einklang, die es Milne Edwards erlaubt hat, zwei natürliche Ordnungen aufzustellen. Es giebt jedoch einige Ausnahmen von dieser Regel.

Die Gattungen *Gastropteron* und *Acera* z. B. gehören ihrer allgemeinen Structur nach zu den Opisthobranchiern, obgleich sie ein hinter der Kieme gelegenes Herz besitzen.

Das gewöhnlich unter dem Namen Niere beschriebene Absonderungsorgan ist bei den Gasteropoden ziemlich einförmig und immer in der Nähe des Herzens, zwischen ihm und den Kiemen gelegen, ganz wie das Bojanus'sche Organ der Lamellibranchier, mit welchem man es vergleichen kann.

Die Niere ist nur in einer kleinen Anzahl von Gattungen paarig (*Chiton*, *Patella*, *Haliotis*, *Fissurella*). Im Allgemeinen ist die linke Niere gänzlich atrophirt und die rechte verliert mehr oder weniger ihre Rohr- oder Sackform. Dieselbe ist bei *Phyllirhoë* und *Acteon* am besten erhalten, indem hier das Secretionsorgan sehr in die Länge gezogen und mit glatten und durchsichtigen Wänden versehen ist; dieses Organ öffnet sich einerseits in die Herzbeutelkammer durch eine bewimperte Oeffnung, welche dem Wimpertrichter der Segmentalorgane bei den Würmern gleicht und mündet andererseits in gleicher Weise mit einer contractilen Oeffnung nach aussen. Meistens aber sind die inneren Wände des Nierensacks gefaltet und geblättert, wie wir es bei der Weinbergschnecke gesehen haben; sie sind von grossen, mit Harnconcretionen angefüllten Drüsenzellen überzogen, welche in die Höhle des Sackes fallen, um durch den Ausführungsgang ausgestossen zu werden. Die Lagerung dieses letzteren wechselt je nach der Stellung des Afters, in dessen Nähe er in die Athmungskammer mündet. Der Ausführungsgang fehlt manchmal, in diesem Falle öffnet sich der Nierensack nur durch eine einfache Spalte in dem Grunde der Kiemenhöhlung (*Littorina*, *Natica*).

Bei den *Heteropoden* bildet die Niere einen seitlich am Herzen gelegenen contractilen Sack. Was nun das Eindringen des Wassers in die Niere und dessen Eintritt in das Blut vermittelst eigener, auf dem Venennetz des Schwammgewebes der Niere bei einigen Lungenschnecken angebrachter Oeffnungen betrifft, so sind unseres Erachtens neue Forschungen erforderlich, um die Existenz dieser Oeffnungen nachzuweisen.

Alle geschlechtlichen Fortpflanzungsarten scheinen bei den Gasteropoden vertreten zu sein. Die einen sind Zwitter (*Opisthobranchier*, *Lungenschnecken*) und besitzen äusserst complicirte Nebenorgane; die anderen sind getrennten

Geschlechts (*Prosobranchier*, *Heteropoden*) und ihre Generationsorgane sind einfacher. Die ersteren sind manchmal mit kräftigen Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie sich gegenseitig befruchten; die anderen, obgleich getrennten Geschlechts, lassen bei einigen Gattungen (*Patella*, *Trochus*, *Vermetus*) keine wirkliche Begattungsorgane erkennen.

Bei diesen letzteren ist die Genitaldrüse in den beiden Geschlechtern wenig verschieden; es bedarf meistens der mikroskopischen Untersuchung, um Ovarium und Hoden zu unterscheiden. Die Geschlechtsdrüse befindet sich stets in der nächsten Nähe der Leber, sogar manchmal in ihr Gewebe vollständig eingeschlossen, und ihr Ausführungsgang ist selten mit Anschwellungen oder accessorischen Drüsen versehen. Jedoch erweitert sich der Eileiter an seinem Ende bei mehreren Gattungen in eine Art Uterus. Er kann sehr lang werden und sich einrollen (*Littorina*) oder an seinem Endtheile eine Bruttasche tragen, in welcher sich die Eier entwickeln (*Paludina*), was dem Thiere erlaubt, vollständig ausgebildete und mit einer Schale versehene Junge zu gebären.

Eine Eiweissdrüse sowie ein Samenbläschen existiren nur ausnahmsweise (*Paludina*, *Heteropoden*).

Bei den mit einem Begattungsorgane versehenen Männchen verlängert sich der Ausführungsgang manchmal bis zum Ende des Penis (*Cyclostoma*, *Buccinum*), welcher dann röhrenförmig ist. Aber im Allgemeinen ist der Penis nur eine hervortretende Verlängerung der dermo-musculösen Hülle und einfach durch eine wimpernde Rinne ausgekehlt, an deren Basis der Samengang mündet. Wenn der Penis von dieser Mündung entfernt ist (*Murex*, *Strombus*), wird der Samen durch eine besondere, ebenfalls von Wimpern überzogene Furche ihm zugeführt. Eine solche Structur findet man auch bei den *Heteropoden*, an deren Penis eine Drüse angeheftet ist, welche eine schleimige Substanz absondert. Der Penis ist übrigens bei den Schnecken getrennten Geschlechts nur selten ausstülpbar (*Paludina*); im Allgemeinen biegt er sich einfach unter den Mantel zurück, wie es der Fall bei *Buccinum* ist, wo er sehr entwickelt ist.

Bei den Zwittern sind die männlichen und weiblichen Drüsen mit wenigen Ausnahmen (*Acteon*, *Janus*) in eine einzige Masse, die Zwitterdrüse, verschmolzen, welche in den Leberlappen liegt. Sie ist in den meisten Fällen in Läppchen oder in mehr oder weniger verzweigte Trauben getheilt (*Nudibranchier*), welche von einer grossen Anzahl in den Ausführungsgang mündender Blindsäcke oder Follikel gebildet sind. Die Zwitterdrüse ist bei *Phyllirhoë* doppelt. Wir wissen, dass bei den landbewohnenden Pulmonaten (*Helix*) derselbe Follikel Eier und Samenzellen erzeugt und dass die letzteren meist vor den ersteren zur Reife kommen. Bei den *Dermatobranchiern* entstehen die männlichen und weiblichen Producte in besonderen, aber immer sehr nahe bei einander liegenden Follikeln.

Der Ausführungsgang oder Zwittercanal ist nur ausnahmsweise einfach auf seiner ganzen Länge (*Aplysia*). Er spaltet sich meistens und führt zu zwei Apparaten, der eine männlich, der andere weiblich; Samengang und Eileiter besitzen sehr constant vorkommende Nebenorgane, die weit complicirter sind als bei den eingeschlechtigen Gattungen.

Der Samenleiter ist bei den *Dermatobranchiern* sehr lang, unregelmässig gebogen und mehrmals auf sich selbst gewunden. Er besteht im Allgemeinen aus einem freien vorderen Theile und einem hinteren Abschnitte, durch welchen er an den Eileiter angeheftet ist. Der erstere verlängert sich in einen fleischigen Cylinder, den Penis, welchem ein mehr oder weniger entwickeltes Flagellum angeheftet ist. Man bezeichnet unter dem Namen Ferse die Region des Zwittercanals, wo dieser zur Eiweissdrüse gelangt und durch

eine Längsfalte sich in einen Samengang und in einen Eileiter zu trennen beginnt. Die Trennung der Eier und der Spermatozoen fängt im gemeinschaftlichen Canal an, man weiss aber nicht wie.

Der Eileiter besitzt öfters gefranzte Verdickungen und steht durch sein hinteres Ende mit der mehr oder weniger umfangreichen Eiweissdrüse in Verbindung, welche während der Fortpflanzung anschwillt. An seinem als Vagina bezeichneten Vorderende finden sich manchmal vielspaltige, auch unter dem Namen Schleimdrüsen bekannte Drüsen, die eine je nach den Gattungen und selbst den Individuen sehr wechselnde Anzahl von Zweigen besitzen.

Diese Drüsen fehlen bei vielen Gasteropoden und bei *Zonites* scheinen sie durch eine als Prostata bezeichnete Drüse vertreten zu sein. In ihrer Nähe münden der Pfeilsack und das Samenbläschen. Der Stiel dieses letzteren ist manchmal so kurz, dass das Bläschen zu einer Begattungstasche eingeschrumpft ist; zuweilen (*H. aspersa*) zeigt er ein seitliches Diverticulum.

Die Geschlechtsöffnung ist bald einfach (*Monotremen*), die Geschlechtsproducte gelangen dann in eine gemeinschaftliche Cloake, wie wir sie bei *Helix, Limax, Arion, Glandina* beschrieben haben, bald doppelt (*Ditremen*), wie bei den wasserbewohnenden Lungenschnecken (*Planorbis, Limnaeus*). Bei Limnaeus mündet die männliche Oeffnung hinter dem rechten Fühler, während sich die Vulva oder weibliche Oeffnung am Rande des Mantels in der Nähe der Athemhöhle befindet.

Die Spermatozoen sind lang, fadenförmig, kaum an ihrem Vorderende angeschwollen (*Doris*) oder besitzen einen deutlich abgesetzten Kopf (*Patella*). Bei vielen Gasteropoden werden sie während der Begattungszeit in einer Eiweissscheide eingeschlossen, deren Form je nach den Arten höchst verschieden ist. Auf diese Weise dringen sie als Spermatophoren in die Scheide ein. Während der Begattung der Zwitter fungirt das eine Thier als Männchen, das andere als Weibchen (*Ancylus*), oder es fungiren die beiden Individuen zu gleicher Zeit als Männchen und Weibchen (*Limax*), indem sie sich gegenseitig ein Spermatophor in das Samenbläschen einschieben.

Mit Ausnahme von einigen lebendig gebärenden Arten (*Paludina, Clausilia*), deren Junge sich im mütterlichen Uterus entwickeln, legen die Gasteropoden ihre befruchteten Eier entweder einzeln, jedes Ei von einer kalkigen Schale umgeben (*Helix, Bulimus*), in Strängen oder in Scheiben, worin die Eier in grosser Anzahl in einer gemeinschaftlichen Eiweissmasse eingeschlossen sind (*Opisthobranchier, Süsswasserpulmonaten*). Bei den *Prosobranchiern* befinden sich die Eier in mehr oder weniger grosser Zahl in hornigen Kapseln (Ootheken), welche das Thier an untermeerische Körper anheftet.

Die kiementragenden Gasteropoden durchlaufen verschiedene Metamorphosen: sie entwickeln bald gewimperte Larven (*Chiton*), bald solche, die mit einem Velum versehen sind (die meisten *Prosobranchier* und *Opisthobranchier*). Die Larven der Lungenschnecken zeigen nur Rudimente des Velums und ihre abgekürzten Metamorphosen laufen im Inneren des Eies ab.

Zum Schluss müssen wir den merkwürdigen Fall einer durch Parasitismus gänzlich verkümmerten Schnecke erwähnen. Es handelt sich um die *Entoconcha mirabilis*, welches Thier in Synapten als ein cylindrischer Wurm sich vorfindet, der einen nur rudimentären Darm und keine Bewegungs- oder Circulationsorgane, dagegen sehr entwickelte Fortpflanzungsorgane besitzt.

Literatur. — G. Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques*, Paris, 1817. — Krohn, Beitrag zur Kenntniss des Schneckenauges. Müller's Archiv 1839. — Ders., Ueber zwei eigenthümliche, Krystalle enthaltende

Bläschen oder Kapseln an den Schlundringknoten mehrerer Gasteropoden und Pteropoden. Froriep's Notizen, Bd. XIV, 1840. — De Quatrefages, *Mémoires sur les Gastéropodes phlébentérés. Ann. des Sc. nat.*, 3. Série, Bd. III, 1844 und Bd. IV, 1845. — v. Siebold, *Organe auditif des Mollusques*, ebend., 2. Série, Bd. XIX, 1843. — Alder et Hancock, *A Monography of the British nudibranchiata Mollusca.* London, 1845—1855. — W. Carpenter, *On the microsc. structure of Shells. Rep. Meeting. Brit. Associat.*, London, 1846, 1847, 1848. — Karsch, Ueber Limnaeus, Archiv. f. Naturgesch., 1846. — H. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate etc. Müller's Archiv 1846. — C. Vogt, *Recherches sur l'embryogénie des Mollusques gastéropodes (Acteon viridis). Ann. d. Sec. nat.*, 3. Série, Bd. III, 1846. — H. Milne Edwards, *Observations et expériences sur la circulation chez les Mollusques. Mem. de l'Académie des Sciences*, Bd. XX, 1849. — H. Milne Edwards et Valenciennes, *Nouvelles observations sur la constitution de l'appareil de la circulation chez les Mollusques*, ebend., Bd. XX, 1849. — Leydig, Ueber Paludina vivipara. Zeitschrift für w. Zoologie, Bd. II, 1850. — Ders., Anatomische Bemerkungen über Carinaria, Firola etc., ebend., Bd. III, 1851. — Ders., Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. I, 1865. — Ders., Ueber das Gehörorgan der Gasteropoden, ebend., Bd. VII, 1871. — Ders., Die Hautdecke und Schale der Gasteropoden. Arch. f. Naturgesch., Bd. XLII, 1876. — O. Schmidt, Ueber Entwicklung von Limax agrestis. Müller's Archiv 1851. — Moquin-Tandon, *Mémoire sur l'organe de l'odorat chez les Gastéropodes terrestres. Ann. des Sc. nat.*, Bd. XV, 1851. — H. Milne Edwards, *Note sur les organes auditifs des Firoles*, ebend., Bd. XVII, 1852. — Gegenbaur, Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Landgastropoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. III, 1852. — Ders., Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden, Leipzig 1854. — Huxley, *On the Morphology of the cephalous Mollusca as illustrated by the Anatomy of certain Heteropoda and Pteropoda. Philos. Transact.*, London, 1853. — H. Müller und Gegenbaur, Ueber Phyllirhoë bucephalum. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. V, 1854. — H. Troschel, Das Gebiss der Schnecken. Berlin 1856 bis 1878. — S. Lovén, Ueber die Entwicklung der Gattung Chiton. Arch. f. Naturgesch., 1856. — Semper, Beiträge zur Anat. und Physiol. der Pulmonaten. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. VIII, 1857. — Ders., Zum feineren Baue der Molluskenzunge, ebend., Bd. IX, 1858. — E. Claparède, Beitrag zur Anatomie des Cyclostoma elegans. Müller's Archiv, Bd. XXV, 1858. — Keferstein und Ehlers, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse von Helix pomatia. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. X, 1859. — H. de Lacaze-Duthiers, *Mémoire sur la Pourpre. Ann. des Sc. nat.*, 4. Série, Bd. XII, 1859. — Ders., *Mémoire sur le système nerveux de l'Haliotide*, ebend., 1859. — Ders., *Histoire et Monographie du Pleurobranche orangé*, ebend., Bd. XI, 1859. — Ders., *Mémoire sur l'anatomie et l'embryogénie des Vermets*, ebend., Bd. XIII, 1860. — Ders., *Du système nerveux des Mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques. Arch. de Zool. expériment.*, Bd. I, 1872. — Ders., *Otocystes ou capsules auditives des Mollusques*, ebend., Bd. I, 1872. — Krohn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden, Leipzig 1860. — Lereboullet, *Recherches d'embryologie comparée. Ann. des Sc. nat.*, 4. Série, Bd. XVIII, 1862. — Semper, Entwicklungsgeschichte der Ampullaria, Utrecht 1862. — W. Keferstein, in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs, Bd. III, Leipzig 1862 bis 1866. — Baudelot, *Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques Gastéropodes. Ann. des Sc. nat.*, 4. Série, Bd. XIX, 1863. — Velten, *Dissertatio de sensu olfactus Gasteropodum*, Bonn 1865. — Babuchin, Ueber den Bau der Netzhaut einiger Lungenschnecken. Sitzungsber. der Wiener Akad., Bd. III, 1865. — V. Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalophoren. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XV, 1865. — Ders., Ueber den Bau des Schneckenauges etc. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. II, 1866. — Panceri, *Gli organi c la secrezione dell'acido solforico nei Gasteropodi* etc. *Atti della R. Acade. Science, Naples*, Bd. IV, 1869, et *Ann. des Sc. nat.*, 5. Série,

Bd. X, 1868. — H. Eisig, Beiträge zur Anat. und Entwickl. der Geschlechtsorgane von Limnaeus. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XIX, 1869. — F. Boll, Beiträge zur vergl. Histologie d. Molluskentypus. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. V, 1869. — W. Flemming, Die haartragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. V, 1869. — Ders., Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken, ebend., Bd. VI, 1870. — Ders., Zur Anatomie der Landschneckenfühler und zur Neurologie der Mollusken. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXII, 1872. — G. Moquin-Tandon, *Recherches anatomiques sur l'Ombrelle de la Méditerranée. Ann. des Sc. nat.*, 5. Série, Bd. XIV, 1870. — Huguenin, Ueber das Auge von Helix pomatia. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXII, 1872. — W. Salensky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Prosobranchier, ebend., Bd. XXIII, 1872. — E. Claparède, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Neritina fluviatilis. Müller's Arch., 1873. — Langerhans, Zur Entwickelung der Gastropoda Opisthobranchia. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXIII, 1873. — Ray-Lankester, *On the development of the Pond-Snail* (*Limnaeus stagnalis*) etc. *Quart. Journ. of microsc. Science*, Bd. XIV, 1874. — C. Rabl, Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonata. Jenaische Naturw. Zeitschr., Bd. IX, 1875. — J. Ranke, Der Gehörvorgang und das Gehörorgan bei Pterotrachea. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXV. Supplement, 1875. — C. Claus, Das Gehörorgan der Heteropoden. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XII, 1875. — P. Fischer et H. Crosse, *Sur la disposition générale du système nerveux chez les Mollusques Gastéropodes. C. R. de l'Acad. des Sciences de Paris*, Bd. LXXXI, 1875. — A. Stuart, Ueber die Entwicklung einiger Opisthobranchier. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XV, 1875. — H. v. Ihering, Ueber die Entwicklungsgeschichte von Helix. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. IX, 1875. — Ders., Zur Physiologie und Histologie des Centralnervensystems von Helix pomatia. Nachrichten v. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Nr. 13, 1876. — Ders., Die Gehörwerkzeuge der Mollusken, Erlangen 1876. — Ders., Beiträge zur Kenntniss der Anat. von Chiton. Morphol. Jahrbuch, Bd. IV, 1878. — Ders., Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken, Leipzig 1877. — Ders., Zur Morphologie der Niere der sog. Mollusken. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXIX, 1877. — Ders., Beitr. zur Kenntniss des Nervensystems der Amphineuren etc. Morph. Jahrb., Bd. III, 1877. — Ders., Ueber den uropneustischen Apparat der Heliceen. Zeitschr. f. w. Zool. XLI, 1885. — H. Simroth, Ueber die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXVI, 1876. — J. Ranke, Das acustische Organ im Ohre der Pterotrachea. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XII, 1876. — Bobretzky, Studien über die embryonale Entwicklung der Gasteropoden. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XIII, 1877. — C. Semper, Ueber Sehorgane vom Typus der Wirbelthieraugen am Rücken von Schnecken, Wiesbaden 1877. — A. Pauly, Ueber die Wasserathmung der Lymnaeiden, München 1878. — Mathias Duval, *Recherches sur la spermatogenèse étudiée chez quelques Gastéropodes pulmonés. Revue des Sc. nat. de Montpellier*, Bd. VII, 1878. — Ders., *Études sur la spermatogenèse chez la Paludine vivipare*, ebend., 2. Série, Bd. I, 1879. — C. Rabl, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke (*Planorbis*). Morphol. Jahrb., Bd. V, 1879. — H. Fol, *Études sur le développement des Mollusques. I. Ptéropodes. Arch. de Zool. exp.*, Bd. IV, 1875. — Ders., II. *Hétéropodes*, ebend., Bd. V, 1876. — Ders., *Sur le développement des Gastéropodes pulmonés*, ebend., Bd. VIII, 1880. — P. Fischer, *Manuel de Conchyliologie*, Paris 1881. — Vayssière, *Recherches anatomiques sur les Mollusques de la famille des Bullidés. Ann. des Sc. nat.*, 6. Série, Bd. IX, 1880. — Ders., *Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mollusques opisthobranches du golfe de Marseille. Ann. Mus. d'hist. nat. de Marseille*, Bd. II, 1885. — J. W. Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXV, 1881. — Sochaczewer, Das Riechorgan der Landpulmonaten, ebend., Bd. XXXV, 1881. — J. E. Bloomfield, *The development of the Spermatozoa* (Part II, *Helix and Rana*). *Quart. Journ. microsc. Sc.*, Bd. XXI, 1881. —

B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. Arbeit aus dem Zool. Institut in Wien, Bd. IV, 1882. — Ders., Zur Kenntniss der Muriciden (1. Anatomie des Nervensystems), ebend., Bd. IV, 1882. — Joyeux-Laffuie, *Organisation et développement de l'Oncidie. Arch. de Zool. exp.*, Bd. X, 1882. — Rücker, Ueber die Bildung der Radula bei Helix pomatia. Ber. Oberh. Gesellsch. Nat.- und Hlkde., Bd. XXII, 1883. — Barfurth, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Gasteropodenleber. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XXII, 1883. — Schiemenz, Ueber die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gasteropoden. Mitth. zool. Stat. Neapel, Bd. V, 1884. — F. Houssay, *Recherches sur l'opercule et les glandes du pied des Gastéropodes. Arch. de Zool. exp.*, 2. Série, Bd. II, 1884. — H. Wegmann, *Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides*, ebend., 1884. — H. Rouzaud, *Recherches sur le développement des organes génitaux de quelques Gastéropodes hermaphrodites. Travaux du laboratoire zoologique de Montpellier*, 1885. — Hilger, Beiträge zur Kenntniss des Gasteropodenauges. Morphol. Jahrb., Bd. X, 1885. — J. Brock, Die Entwicklung des Geschlechtsapparates der Stylommatophoren, Pulmonaten etc. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XLIV, 1886. — G. Dutilleul, *Essai comparatif sur les organes copulateurs dans les genres Helix et Zonites. Bulletin scientifique du Nord*, 1886, 2. Série, 9. année.

Classe der Pteropoden.

Der Hauptcharakter der Thiere, welche dieser Classe angehören, besteht aus zwei flügelförmigen, auf der Vorderregion des Körpers stehenden Ausbreitungen, die, wie es uns die Ontogenie lehrt, vom Epipodium des Gasteropodenfusses ausgehen. Der Kopf ist kaum abgesondert; er trägt den Mund, den Anfang des Verdauungssystems, das centrale Nervensystem und wenig entwickelte Sinnesorgane. Der Körper bleibt nackt oder ist von einem einschaligen, nach Form und Structur sehr verschiedenartigen Gehäuse umschlossen. Die Pteropoden sind Zwitter.

Man theilt sie in zwei Ordnungen:

1. Ordnung: Die Thecosomen. — Der Kopf ist meist nicht deutlich ausgebildet, trägt aber zuweilen Rudimente von Fühlern. Der Körper ist mehr oder weniger vom Mantel umgeben; der Fuss ist nur durch Flossen vertreten. *Hyalaea, Creseis, Limacina, Cymbulia, Tiedemannia.*

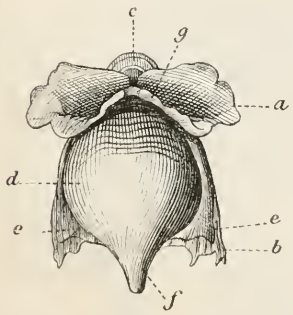
2. Ordnung: Die Gymnosomen. — Der Kopf ist deutlicher vom Körper geschieden und trägt öfters Fühler und äussere Kiemen; die seitlichen Flossen sind in der Mitte durch ein Rudiment des Larvenfusses getrennt. *Clio, Clione, Pneumodermon.*

Typus. — *Hyalaea tridentata* (Lam.) (Fig. 390). Dieses kleine Thecosom bewohnt die Meere Europas; es ist besonders im Golf von Messina zahlreich vorhanden; seine Länge beträgt anderthalb bis zwei Centimeter, während die Breite anderthalb Centimeter misst. Die

Exemplare, die wir bei unseren von Dr. Jaquet wesentlich geförderten Untersuchungen benutzten, rühren entweder von der zoologischen Station zu Neapel oder vom Laboratorium von Messina her, an dessen Spitze Herr Professor Kleinenberg steht.

Der Körper des Thieres ist von einer dünnen, sehr harten, durchscheinenden, theilweise aus kohlensaurem Kalk bestehenden Schale umgeben; die vordere Region des Körpers besitzt zwei tief von einander getrennte Flügel, welche an ihrem freien Theile ziemlich durchsichtig sind (*a*, Fig. 390). Das Gehäuse bietet zwei Flächen: eine gewölbte, die Bauchfläche und eine fast flache Rückenfläche; ausserdem zeigen sich hinten an der Schale drei spitzige Fortsätze, zwei seitliche und ein grösserer mittlerer (*f*, Fig. 390). Der Mantel bedeckt einen Theil der Schale und verlängert sich nach hinten zu zwei bandförmigen Lappen (*b*, Fig. 390).

Fig. 390.



Hyalaea tridentata von der Bauchfläche gesehen, ungefähr dreifach vergrössert. *a*, Flügel; *b*, seitlicher Anhang der Hinterregion des Mantels; *c*, Vorderende der Rückenfläche der Schale; *d*, Bauchfläche der Schale; *e*, seitlicher Anhang der Schale; *f*, hinterer Mitteldorn der Schale; *g*, Bauchlappen der Flügel.

Präparation. — Für die Zergliederung legt man das Thier auf die obere Rückenschale und fixirt es mit Stecknadeln fest auf Kork unter Wasser; man entfernt dann die gewölbte Bauchfläche der Schale ohne grosse Schwierigkeit. Schnitte zu mikroskopischer Untersuchung können nach Entkalkung und Einbettung in Paraffin von ganzen Thieren oder isolirten Organen gemacht werden. Färbung mit Boraxcarmin giebt vortreffliche Resultate.

Schale. — Das Gehäuse (Fig. 390) ist einschalig und senkrecht stark abgeplattet. Es zeigt, wie gesagt, zwei Hälften: eine grössere, abgeflachte Rückenklappe und eine kleinere, stark gewölbte Bauchklappe. Wie es der Name der Species andeutet, treffen wir an der hinteren Region der Schale zwei seitliche (*e*, Fig. 391, 390) und einen dritten (*f*, Fig. 390, 391) mittleren, hohlen Fortsatz. Die Rückenklappe (*c*, Fig. 390, 391) überragt vorn die Bauchklappe ungefähr um ein Drittel, indem sie sich etwas nach ihr umbiegt. Letztere (*d*, Fig. 390) zeigt auf ihrer vorderen Hälfte regelmässig angelegte Querfalten.

Wir unterscheiden drei Oeffnungen zwischen den zwei Klappen: eine breite vordere, durch die Krümmung der flachen Klappe von oben bedeckte Spalte; sie lässt die Basis der Flügel und die Mundregion des Verdauungssystems hervortreten. Ferner bemerken wir auf beiden Seiten der Schale eine lange, bis zu den seitlichen Hinterdornen

verlaufende Spalte; die das Innere der Schale auskleidende Mantelklappe geht hier in die äussere Duplicatur auf der Schale über. Das umgebende Wasser fliesst ebenfalls durch diese Spalte zur Kieme. Die zwei seitlichen Spalten stehen nicht mit der vorderen unpaaren Oeffnung im Zusammenhang, sie sind durch eine Art Brücke, welche die zwei Schalenklappen vereinigt, von einander getrennt. Die gewölbte Klappe bildet einen kleinen Vorsprung, der sich in eine entsprechende Vertiefung der platten Klappe einsenkt.

Die äussere Fläche der Schale ist von einer äusserst zarten Membran überzogen, die anscheinend in keinem Zusammenhange mit dem Mantel steht. Sie zeigt unter starker Vergrösserung feine Körnchen und enthält unregelmässig vertheilte Krystalle, welche bald vereinzelt oder in unbeständigen Massen angehäuft sind.

Bei Behandlung mit verdünnter Salzsäure verliert die Schale unter Aufbrausen ihre Starrheit vollkommen, wodurch bewiesen wird, dass die sie bildende Materie grossentheils kohlensaurer Kalk ist. Nach Einwirkung der Säure bleibt eine zarte, körnige Membran, in welcher keine histologischen Elemente zu sehen sind. Das nicht entkalkte Gehäuse scheint überall in gleicher Weise zusammengesetzt zu sein; unter starker Vergrösserung zeigt sich eine grosse Menge von feinen, sehr kurzen und nahe zusammengedrängten Streifen; sie sind auf der ganzen Dicke der Schale bemerklich und scheinen das Vorhandensein von Kalkprismen anzudeuten, welche rechtwinklig zur Oberfläche stehen.

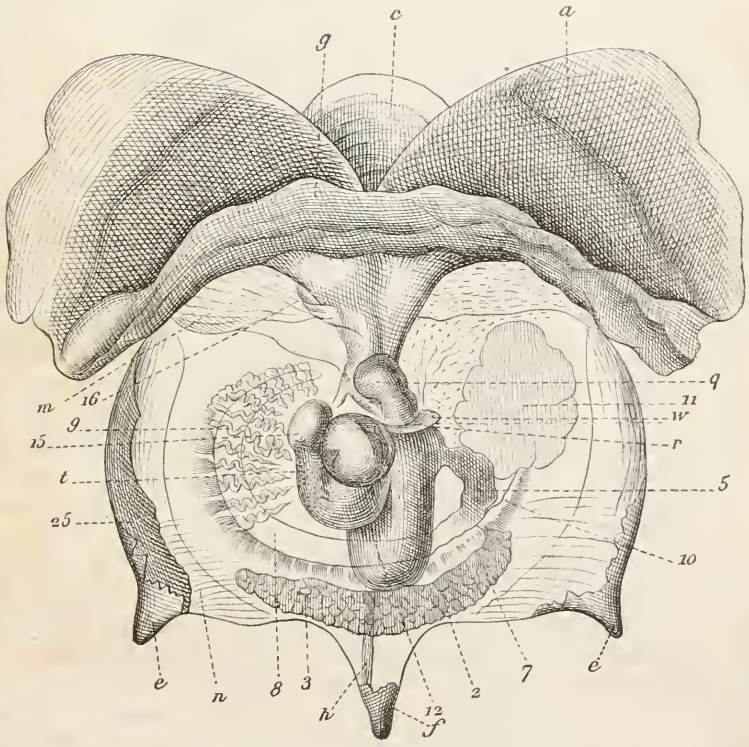
Flügel (*a*, Fig. 390, 391). — Im Verhältnisse zur Grösse des Körpers besitzt *Hyalaea* ziemlich bedeutende Flügel; sie entstehen an der Verdickung des Halses und entfalten sich an der vorderen Oeffnung der Schale; an ihrer Basis, wo sie mit einander verbunden und stark pigmentirt sind, sind sie ziemlich dick, trennen sich aber bald nachher, so dass man einen rechten und einen linken Flügel unterscheiden kann. Sie sind gleichartig; von ihrem Trennungspunkte an weichen sie aus einander und werden allmählich dünner an ihrem freien Rande. Ausserdem werden die Flügel an der Basis durch einen einzigen Bauchlappen (*g*, Fig. 390, 391) verbunden, welcher den vorderen Rand der gewölbten Schale bedeckt und so eine Art Rinne bildet, die zur Mundöffnung führt. Im Grunde dieser Rinne erhebt sich auch noch eine, in directem Zusammenhang mit den Flügeln stehende, umgeschlagene Falte. Die Flügel sind mit ihrer Basis an einem langen Längsmuskel, dem *Columellarmuskel* (*h*, Fig. 391, 393), befestigt. Dieser Muskel entsteht mit einer derben Längsmasse aus dem mittleren hinteren Fortsatze der Schale, den er gänzlich ausfüllt. Er erstreckt sich dann längs der Rückenklappe bis zum Halse hin, wo er sich in zwei in die Flügel ausstrahlende Bündel theilt. In der Basis der Flügel angelangt, theilen sich die Bündel in stets feinere und verästelte Faserzüge,

welche dann endlich ein Maschennetz an den freien Rändern der Flügel bilden, wo strahlenförmig auslaufende und andere dem Flügelrande mehr parallel angelegte Muskelfasern einander kreuzen.

Der Columellarmuskel dient also durch seine Gesammtcontractionen zum Zurückziehen der Flügel in die Schale, während die in den Flügeln ausgebreiteten Muskelnetze Bewegungen derselben in verschiedenen Richtungen ermöglichen.

Ein Querschnitt durch den Flügel zeigt die Anordnung der darin

Fig. 391.



Stark vergrösserte *Hyalaea* auf der flachen (dorsalen) Klappe der Schale liegend. Die gewölbte Klappe, sowie der Bauchlappen des Mantels mit den Manteldrüsen sind entfernt worden; *a*, Flügel; *c*, Vorderende der Rückenklappe der Schale; *e*, seitliche Anhänge der Schale; *f*, hinterer Mitteldorn; *g*, Bauchlappen der Flügel; *h*, Columellarmuskel; *m*, Wimperlinien am Vorderrande des Rückenlappens vom Mantel; *n*, Muskelfasern des Rückenlappens des Mantels; *q*, Magen; *r*, Darm; *t*, Leber; *w*, After; 2, Secretionsorgan; 3, Oeffnung des Secretionsorgans in die Mantelhöhlung; 5, Herz; 7, Kiemenbüschel; 8, Kiemenvene; 9, Kiemencanälchen; 10, Kiemen; 11, wahrscheinlich zum Eindringen des Wassers in die Kiemenhöhlung dienender Sack; 12, Zwitterdrüse; 15, Uterus; 16, Ausführungscanal der Zwitterdrüse; 25, Manteldrüsen.

enthaltenen Muskelfasern. An der Oberfläche bemerken wir ein aus einer feinen Schicht abgerundeter Zellen gebildetes Epithelium, welches auf Muskelbündeln ruht, die in regelmässigen Abständen geordnet sind; an dem freien Rande verschwinden diese Bündel vollständig. Mehr gegen die Mitte des Flügels hin begegnen wir einem langen Streifen von der Länge nach durchschnittenen Muskelfasern, deren Dicke in der Nähe der Speiseröhre bedeutender ist. Diese Schicht wird am freien Ende des Flügels sehr dünn und das Epithelium von runden Zellen ruht unmittelbar auf ihr. Diese drei Schichten sind symmetrisch, da sich eine auf jeder Seite der horizontalen Mittelebene des Flügels befindet. Diese Ebene wird von einer dünnen Lamelle gebildet, welche auf Querschnitten in Gestalt unterbrochener, unregelmässig von einander abstehender Bündel erscheint. Diese verschiedenen Schichten werden, mit Ausnahme der zwei ersteren, durch sehr breite Maschen des Bindegewebes, dessen Kerne deutlich sichtbar sind, getrennt. Das Ganze erinnert einigermaassen an das den ausstreckbaren Theil des Fusses der Lamellibranchier bildende Gewebe. Der Vorderrand der Bauchfläche ist mit sehr nahe an einander gedrängten, langen Wimpern besetzt, welche die Nahrung in die Mundöffnung befördern.

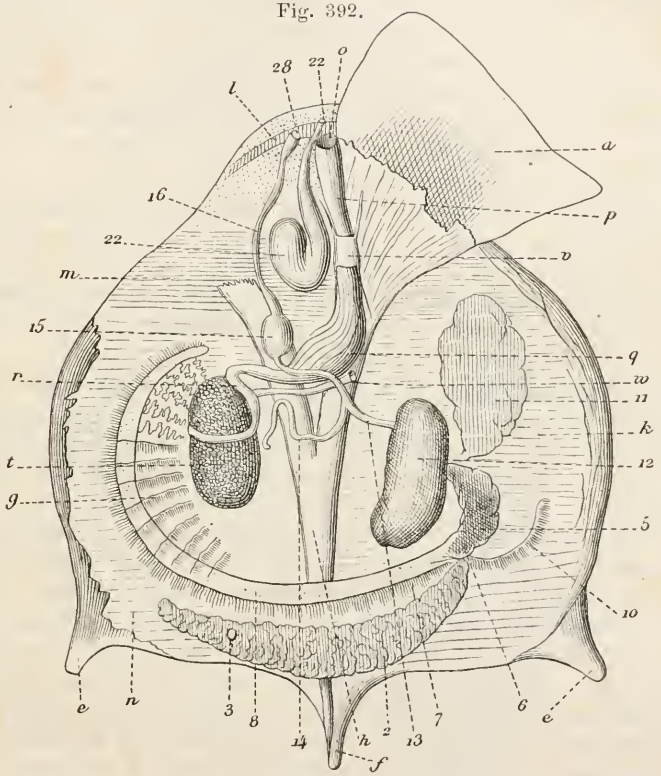
Mantel. — Der Mantel überzieht die innere Fläche einer jeden Schalenklappe. Man kann also zwei Lappen, einen dorsalen und einen ventralen, unterscheiden. Die beiden Mantellappen sind auf der ganzen Länge ihres vorderen Randes auf der Höhe der Speiseröhre an einander gelöthet; sie schliessen sich fast an die Wände des Halses an und fliessen auf einem Theile ihrer seitlichen Ränder sowie auf ihrem ganzen hinteren Umfange zusammen.

Betrachten wir zuerst den die gewölbte Fläche der Schale innerlich bedeckenden Theil des Mantels; wir können ihn den Bauchlappen (*i*, Fig. 393) nennen. Es ist dies eine zarte, durchsichtige Membran, deren Dicke beinahe überall die gleiche bleibt und die von kleinen runden Zellen gebildet wird. Das Mantelblättchen erstreckt sich über die Seiten des Thieres, um auf die äussere Fläche der Schale überzugehen, die es theilweise überzieht. Es macht sich auf der unversehrten Schale als eine feine, weissliche Haut bemerklich. Der Rückenlappen des Mantels legt sich fest an die betreffende Schale an (*k*, Fig. 392, 393) und schlägt sich ebenfalls zur Bekleidung ihrer äusseren Fläche um. Die zwei Lappen verbinden sich mit einander, um die Verlängerungen zu bilden, welche man rückwärts vor den seitlichen, hinteren Dornen der Schale bemerkt (*b*, Fig. 390); sie bilden hier eine nach aussen geöffnete Rinne, die aber das Eintreten des Wassers in die Mantelhöhlung nicht gestattet. Auf der Höhe des Magens etwas seitlich befindet sich die Eingangsöffnung für das die Kieme bespülende Wasser. Diese Oeffnung wird von zwei Lippen umgeben, welche einfache Dependenzen des Mantellappens sind. Die

innere Fläche einer jeden Oeffnung trägt Büschel von sehr langen Wimpern, welche die fortwährende Erneuerung des Wassers in der Mantelhöhlung bedingen.

Der Rückenlappen des Mantels zeigt an seinem Vorderrande eine gefaltete, halbmondförmig gekrümmte und im Centrum breitere Zone (*l*, Fig. 392). Unter starker Vergrösserung beobachtet man, dass diese

Fig. 392.



Hyalaea von der Bauchseite, nach Entfernung der Bauchklappe, des unterliegenden Mantellappens und der Manteldrüsen. Die Organe sind auseinander gelegt, um ihre Beziehungen zu einander zu zeigen. Der eine Flügel ist abgeschnitten. *a*, Flügel; *e*, Seitendornen der Schale; *f*, hinterer Mitteldorn der Schale; *h*, Columellarmuskel; *k*, Rückenlappen des Mantels; *l*, dunkle vordere Zone am Rückenlappen des Mantels; *m*, Wimperlinien des Rückenlappens; *n*, Muskeln desselben; *o*, Mund; *p*, Pharynx; *q*, Magen; *r*, Darm; *t*, Leber; *v*, Hirn; *w*, After; 2, Secretionsorgan; 3, Oeffnung des Secretionsorgans in die Mantelhöhle; 5, Herzkammer; 6, Vorkammer; 7, Kiemenbüschel; 8, Kiemenvene; 9, Kiemencanälchen; 10, Kieme; 11, wahrscheinlich zur Einführung des Wassers in die Kiemenhöhlung dienender Sack; 12, Zwitterdrüse; 13, Ausführungscanal der Zwitterdrüse; 14, Receptaculum seminis; 15, Uterus; 16, Endtheil des Ausführungscanales der Zwitterdrüse; 22, Penis; 28, Endkelch des Genitalsystems.

Zone von sehr grossen und langen, je einen Kern besitzenden Zellen gebildet ist; die grosse Axe einer jeden Zelle steht senkrecht zur Zone. Vor diesem Zellenbande findet sich ein durch kleine, ohne scheinbare Ordnung zerstreute Zellen gebildetes Gewebe. Hinter den grossen Zellen verläuft eine dunkle, aus kleinen, runden, an einander gepressten Bläschen bestehende Linie und hinter diesen zeigen sich regellos zerstreute, zellenartige Elemente, welche den Zellen des Knochengewebes oder noch besser den Plasmazellen der Hornhaut gleichen. In der Nähe der oben beschriebenen Zone sind diese Zellen ziemlich klein und einander genähert, werden aber weiterhin grösser und trennen sich mehr und mehr von einander, sobald man sich von der Zone entfernt. Sie sind länglich, entsenden sehr lange Fortsätze und besitzen einen Kern in ihrem Inneren.

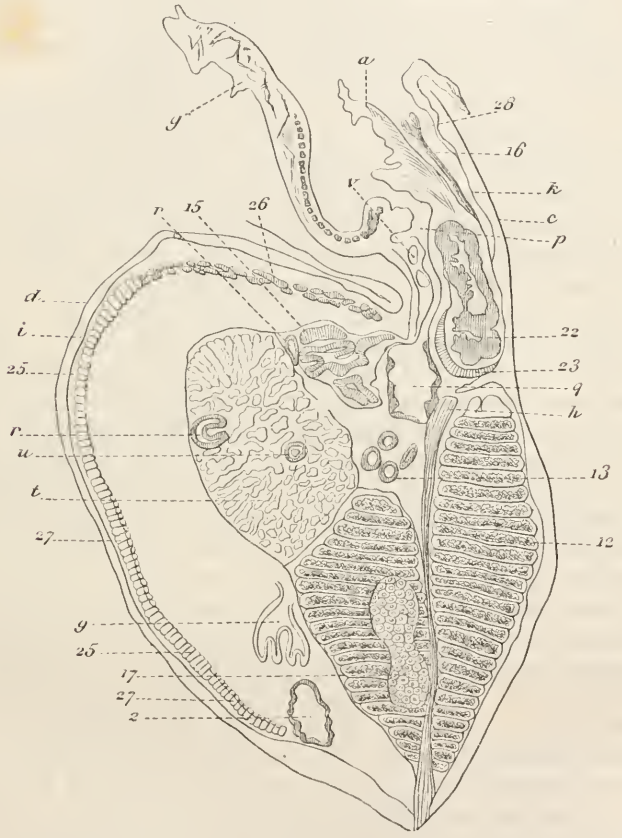
Im vorderen Drittel der Länge des Rückenlappens bemerkt man dunkle Querlinien, welche besonders auf der Seite, wo sich die Kieme befindet, entwickelt sind (*m*, Fig. 391, 392). Sie bestehen aus sehr lange Wimpern tragenden Zellenreihen. Die Rückenfläche des Mantels zeigt endlich ganz hinten Bündel von querlaufenden, ziemlich von einander getrennten Fasern (*n*, Fig. 391, 392).

Der Rückenlappen des Mantels entsendet das Mesenterium, welches die Eingeweidemasse umhüllt. Man bemerkt in der That, dass sich dieser Lappen auf der Mittellinie nach innen zurückbiegt, um die Leber und die übrigen zu einer compacten Masse vereinigten Organe zu umgeben.

Manteldrüsen. — Während der Rückenlappen des Mantels innerlich durch das Athmungsorgan überkleidet ist, zeigt sich auf der Innenfläche des Bauchlappens eine weissliche, dichte Membran, welche von fünf besonderen, auf einander folgenden Querzonen gebildet wird (25, Fig. 393). Bereits mit blossem Auge bemerkt man, dass diese Streifen histologisch nicht gleich gebildet sind. Sie bilden im Ganzen gewissermaassen eine freie, nach vorn und seitlich gebogene Platte, die dem Bauchlappen des Mantels anliegt, sonst aber mit keinem Organ in Verbindung steht. Der erste vordere Streifen wird von drei Arten von Zellen gebildet (26, Fig. 393); die in der Mitte gelegenen sind länglich oder rund, mit grossen Granulationen und einem leicht sichtbaren Kern versehen, während die Zellen der Ränder rund und kleiner sind. Die Zonen 2 und 4 enthalten beinahe gleich gebaute, grosse Zellen, welche rund, feinkörnig und mit der Lupe sichtbar sind (25, Fig. 393). Die ausgezeichnetsten sind diejenigen Zellen, welche die Streifen 3 und 5 bilden (27, Fig. 393). Es sind dies grosse, mit blossem Auge sichtbare Zellen, von länglicher Form und gleicher Grösse, die regelmässig geordnet neben einander stehen und auf diese Weise 15 bis 20 fortgesetzte Reihen darstellen. Eine isolirte Zelle zeigt in ihrem Centrum einen runden, sehr durchsichtigen Raum,

welcher nach aussen, das heisst in das Innere der Mantelhöhle, durch eine kleine Oeffnung mündet. Unterhalb des Innenraumes befindet sich der Kern. Meist sind zwei oder sogar drei dieser Zellen mit einander verschmolzen, so dass eine Gruppe entsteht, in welcher man ebenso viel Höhlungen als Zellen, jedoch nur einen einzigen Kern bemerkt. Ein Längsschnitt einer solchen Zelle zeigt eine stark körnige

Fig. 393.



Sagittalschnitt des ganzen Thieres, nahe der Mittelebene des Körpers, durch den Columellarmuskel geführt. *a*, Flügel; *c*, Rückenklappe der Schale; *d*, Bauchklappe der Schale; *g*, Bauchlappen der Flügel; *h*, Columellarmuskel; *i*, Bauchlappen des Mantels; *k*, Rückenlappen des Mantels; *p*, Pharynx; *q*, Magen; *r*, Darm; *t*, Leber; *u*, Gallenblase; *v*, Unterschlundganglion; 2, Secretionsorgan; 9, Kiemen; 12, Zwitterdrüse; 13, Receptaculum seminis; 15, Uterus; 16, Endtheil des Ausführungscanales der Zwitterdrüse; 17, Eier enthaltende Höhlung der Zwitterdrüse; 22, Penis; 23, Hinterwand des Penis; 25, 26, 27, Manteldrüsen; 28, Endbecher des Genitalsystems.

Wand. Ihre innere, mehr oder weniger eiförmige und nach aussen mit einer kleinen Oeffnung mündende Höhlung wird durch eine deutlich sichtbare Wand begrenzt, die von kleinen Canälchen durchbohrt zu sein scheint. Der sehr grosse, feinkörnige, eine eigene Wand besitzende und mehrere Körperchen von verschiedenen Grössen enthaltende Kern liegt unterhalb dieser Höhlung. Das Protoplasma der Zelle färbt sich leicht mit Boraxcarmin. In der Nähe der Höhlung wird die Protoplasmamasse von nach der Höhlungswand gerichteten Streifen durchzogen. Die vollständige Zelle hat den Anschein einer einzelligen Drüse. Vor der Höhlung wie im Inneren derselben sieht man oft eine aus feinen Granulationen gebildete Masse.

Aus dem Gesagten erhellt, dass diese verschiedenen Zonen ein besonderes, wahrscheinlich die Rolle einer Drüse übernehmendes Organ bilden. Gegenbaur beschrieb Wimpern auf diesen Zellen, welche die Bewegung des Wassers in der Mantelhöhlung beschleunigen sollten und nannte dieses Organ das Wimperschild. Diese langen Wimpern, deren Dasein durch Beobachtung auf lebenden Thieren constatirt worden ist, sind wahrscheinlich in Folge der Behandlung unserer Präparate abgefallen. Wir haben sie nicht sehen können.

Allgemeine Anordnung der Organe (Fig. 391). — Mit Ausnahme der Athmungs- und Secretionsorgane sind alle anderen Organe bei *Hyalaea* in eine Masse, die einen verhältnissmässig nur kleinen Theil der Mantelhöhlung ausfüllt, vereinigt. Die Eingeweide sind an der Rückenfläche des Mantels angeheftet und bilden ein in der Mittellinie sich verlängerndes Ganzes. In diesem Haufen liegt mehr auf der linken Seite die Geschlechtsdrüse, welche sich weiter als die anderen Organe nach hinten erstreckt (12, Fig. 391). Auf der rechten Seite treffen wir die grosse Lebermasse, zum Theil von dem Darmcanale umschlungen (*t*, Fig. 391). Oberhalb der Leber liegt die Eiweissdrüse (15, Fig. 391). Auf der rechten Seite des Halses bemerkt man das Ende des Ausführungsganges der Zwitterdrüse (16, Fig. 391). Der After (*w*, Fig. 391, 392) öffnet sich auf der linken Seite des Magens. Das Herz (5, Fig. 391, 392) befindet sich links von der Geschlechtsdrüse. Unmittelbar hinter letzterer zeigt sich das Absonderungsorgan (2, Fig. 391), das die Form eines Halbmondes hat und links von der Mittellinie stärker entwickelt ist. Die unsymmetrischen Kiemen (7, 9, Fig. 391) sind hauptsächlich auf der rechten Seite der Eingeweidemasse entwickelt; sie gehen dann auf die linke Seite der Zwitterdrüse über und enden unter dem Herzen. In der Verdickung des Halses treffen wir den Pharynx (*p*, Fig. 392) mit dem Nervensystem (*v*, Fig. 392) und endlich den Penis (22, Fig. 392). Letzterer öffnet sich etwas vor dem Munde, während das angeschwollene Ende des Zwitterdrüsencanals (27, Fig. 392) auf der Rückenfläche der rechten Flossenbasis liegt.

Verdauungssystem. — Der Verdauungscanal beginnt mit einer am Vorderrande der gewölbten Bauchfläche geöffneten Furche, die fast unmittelbar unter dem Begegnungspunkte der zwei Flügel sich hinzieht. Die Lippen dieser Furche vereinigen sich zur Bildung des Verdauungsrohres (*p*, Fig. 392, 394). Dieses beginnt mit der Speiseröhre und dem Pharynx und verläuft zuerst in gerader Linie nach hinten; nachdem es aber durch den Ring des centralen Nervensystems durchgetreten ist, erweitert es sich in einen von links nach rechts ausgedehnten Magen (*q*, Fig. 391, 393), der auf seiner Oberfläche weissliche Längslinien erblicken lässt. Hinter dem Magen beginnt der Darm (*r*, Fig. 391, 393), welcher das Oberende der Leber wie ein Ring umgiebt und sich endlich durch einen, auf der linken Seite des Magens gelegenen After öffnet (*w*, Fig. 391, 392).

Die Anfangsfurche wird gänzlich durch die innere Fläche der zwei Flügel gebildet. Auf dieser entspringen mehrere kleine, pigmentirte Erhöhungen, auf welchen die Zellen nach und nach eine längliche Form annehmen und sich palissadenförmig aneinander reihen. Zwischen diesen Zellen bemerkt man eine Menge einzelliger Drüsen mit körnigem Inhalte, die sich im Inneren der Furche öffnen. Wenn wir einen mehr nach hinten gelegten Schnitt betrachten, so sehen wir, das die Wandzellen des Schlundes stets die gleiche Anordnung beibehalten; sie tragen dicht gedrängte Wimpern. Der durch die Vereinigung der Lippen der Anfangsfurche gebildete Canal liegt in der Verdickung der als Hals betrachteten Region und wird durch einige Muskelfasern in dieser Stellung erhalten. Dieser Theil des Verdauungscanals ist von Kreis- und Längsmuskelschichten umgeben. Die innere Wand des Canals zeigt Längsfalten und eingestreute einzellige Drüsen.

Pharynx (*p*, Fig. 392, 393, 396). — Der Pharynx macht sich nicht durch eine Anschwellung des Schlundes bemerklich. Man findet in ihm die hornigen Theile der Zahnbewaffnung, welche durch ihre Vereinigung die auf einer kleinen, musculösen Erhöhung der Bauchwand des Pharynx gelegene Radula bilden.

Die einzelnen Stücke der Zahnbewaffnung sind conische Spitzen, die in drei Längsreihen geordnet sind und in sehr geringen Zwischenräumen auf einander folgen. Die beinahe gleiche Form besitzenden Zähnchen der beiden Seitenreihen vergrössern sich von vorn nach hinten; die Zähne der Mittellinie liegen über einander und besitzen ein jeder eine sehr erweiterte Basis, welche fest im Muskelgewebe des sie tragenden Wulstes fixirt ist. Diese Basis zieht sich allmählich in eine sehr scharfe, dreieckige und nach hinten gerichtete Spitze aus. Man zählt fünf Mittelzähnchen. Die Zähnchen der Seitenlinien sind zahlreicher. Jede Reihe besitzt deren sieben. Sie werden durch eine

mehr oder weniger dreieckige Basis gebildet, deren eine Spitze eine umgebogene Kante trägt.

Wir haben gesehen, dass die Zahnbewaffnung gänzlich auf einem muscnlösen an der Bauchseite des Verdauungscanals gelegenen Hügel fixirt ist. Höchst wahrscheinlich können die Zähne nur in Masse und nicht einzeln bewegt werden. Wenn sie sich von vorn nach hinten bewegen, springen sie in die Mundröhre vor und treiben so die Nahrung in den Magen, während sie in umgekehrter Richtung sich wahrscheinlich über einander legen, um so eine glatte Oberfläche zu bilden, welche den Nahrungsstoffen erlaubt, vorzurücken, aber nicht rückwärts nach dem Munde hin sich zu bewegen.

Die hinter der Radula gelegene Verdauungsröhre erstreckt sich in gerader Linie als Speiseröhre mit gleichem Durchmesser und erweitert sich dann, um den birnförmigen Magen (*q*, Fig. 391, 393) zu bilden, dessen grosse Achse quer gerichtet ist. An seiner Oberfläche zeigt der Magen parallele und ziemlich regelmässig angelegte Längslinien, welche Wülsten der inneren Wandfläche entsprechen. Eine äussere muscnlöse, wesentlich von Kreisfasern gebildete Hülle umgiebt die Magenwände; ihre Dicke wird, je näher man dem Beginn des Darmes kommt, geringer. Die stark gefaltete Darmschleimhaut wird von länglichen, senkrecht zur Wand stehenden Zellen gebildet; ihr Inhalt ist sehr körnig.

Alle diese Zellen scheinen auf ihrem inneren Rande eine Cuticula zu besitzen, welche eine einförmige Platte bildet. Wimpern fehlen, sowie die in so grosser Anzahl in der Pharynxgegend angetroffenen einzelligen Drüsen.

Die hintere Region des Magens ist innerlich von vier chitinösen Platten überzogen; sie haben die gleiche Grösse und sind regelmässig neben einander gelegt. Gegenbaur behauptet, diese Platten besässen Erhöhungen, die durch ihre Annäherung an diesem Orte die Verdauungsröhre gänzlich schliessen könnten; allem Anschein nach dienen diese chitinösen Gebilde zum Zerreiben der Nahrungsstoffe, welche ungekaut in das Innere des Magens gelangen. *Hyalaea* ist dem Inhalte seiner Magenhöhle nach wesentlich ein fleischfressender Pteropode; man findet darin Schalen kleiner Larven von zweiklappigen Mollusken. Nun werden diese Schalen nicht durch die Pharynxraspel zerrieben, welche ihrer Anordnung nach die Nahrungsstoffe nur in den Magen schafft und sie hindert zurückzuweichen; die chitinösen Lamellen des Magens besorgen also die Kauung. Die Gegenwart dieser Lamellen veranlasste Huxley, dieser Erweiterung der Verdauungsröhre den Namen Kropf zu geben.

Die histologische Untersuchung der an den Wänden der hinteren Magenregion aufgestellten chitinösen Lamellen zeigt uns eine Menge von ordnungslos angehäuften Zellen mit zahlreichen, nach allen Rich-

tungen sich erstreckenden Ausläufern, deren Kern gewöhnlich deutlich hervortritt. Zwischen den Platten und der Magenwand findet man starke, musculöse Schichten.

Der Darm folgt unmittelbar ohne deutliche Grenze dem Magen (2, Fig. 391, 393). Auf seinem Verlaufe beschreibt er einen die Leber gänzlich umgebenden Kreis und endigt mit einem After auf der linken Seite des Magens in der Höhlung des Mantels. Ausser einer dünnen, ihn umschliessenden Mesenterialhülle, in der man hier und da einige Kerne bemerkt, treffen wir darin eine innere Schicht, welche aus etwas länglichen, gegen einander gepressten und auf der freien Fläche zahlreiche Wimpern tragenden Zellen gebildet ist. Die einzelligen Drüsen sowie die Muskelschicht scheinen zu fehlen.

Um seine Absorptionsfläche zu vergrössern, biegt der Darm seine Wand nach innen ein und bildet so eine mächtige Einstülpung (*r*, Fig. 393). Dieselbe füllt wenigstens ein Drittel der Darmhöhle aus und wird durch Zellen gebildet, welche denjenigen der Wand des Darmes identisch sind. Diese Duplicatur ist derjenigen, die man auf einem Theile des Nahrungscanales bei *Anodonta* trifft und auch der Typhlosolis des Regenwurms ähnlich.

Speicheldrüsen. — Cuvier behauptet, dass die Speicheldrüsen äusserst klein sein müssen, da es ihm unmöglich gewesen sei, solche zu bemerken. Gegenbaur erklärt, sie fehlen in der ganzen Familie der *Hyalaeaceen*.

Ausser den oben beschriebenen einzelligen Wanddrüsen giebt es noch zusammengesetzte, zwei kleine Massen bildende Drüsen, die auf jeder Seite der Speiseröhre, beinahe auf der Höhe des Hirns gelegen sind (*s*, Fig. 396). Sie werden von zahlreichen, drüsenartigen Röhren gebildet, welche mehrere Windungen beschreiben und sich in einem Gange vereinigen, der durch eine einzige kleine, seitliche Oeffnung in die Speiseröhre mündet. Der Inhalt dieser Zellen erscheint in den Präparationen als ein gefärbtes Gemengsel.

Leber (*t*, Fig. 391 bis 393). — Die Leber bildet eine kugelige, auf der gewölbten Fläche des Körpers gelegene Masse von etwa 2 mm Durchmesser. Sie wird in ihrem oberen Theile vom Darm umgeben. Unter der Lupe sieht man an ihrer Oberfläche zahlreiche kleine, getrennte Läppchen. Im Ganzen besitzt die Leber eine aus zwei Schichten gebildete Hülle; während die äussere, ausserordentlich dünne Mesenterialschicht nur eine deutlich angegebene Linie bildet und ebenmässig über die Läppchen weggeht, zeigt sich im Gegentheil die innere Eigenhülle als eine dickere Schicht, die sich leicht färben lässt und aus wellenförmigen Fäserchen zu bestehen scheint. Sie faltet sich nach innen zwischen die Läppchen hinein und bildet so eine Art von Faserskelett, welches die Läppchen umgiebt und von einander trennt. Diese Schicht ist auf einem Theil ihres Umfanges stark pigmentirt.

Diese Ablagerung gefärbter Materie wurde bei allen beobachteten Thieren stets vorgefunden. Unter starker Vergrösserung beobachtet man, dass sie von einer Menge kleiner, schwarzer Granulationen zusammengesetzt ist. Manchmal glaubt man im Inneren der Körnchen. concentrische Zonen zu erkennen.

Die Leber besteht aus einer grossen Anzahl von röhrenförmigen, vom Centrum zur Peripherie ausstrahlenden Läppchen; ein jedes derselben wird durch eine an ihrem freien Ende blind geschlossene Röhre gebildet, welche von den benachbarten Röhren durch die bereits beschriebene Eigenhülle getrennt wird.

Auf quer durchschnittenen Röhren lässt sich leicht ersehen, dass dieselben nicht vollkommen cylindrisch, sondern durch gegenseitigen Druck eckig sind. Die sehr dicke Wand dieser Leberröhren enthält zweierlei Zellen; die einen färben sich ungemein leicht und besitzen einen grossen, sichtbaren Kern. Ferner ist die äussere Wand dieser Zellen ebenfalls beträchtlich. An einander gereiht, bilden sie ein Ganzes, welches durch die Zellen der zweiten Art in unregelmässigen Zwischenräumen unterbrochen wird. Diese letzteren erscheinen als grosse, runde, gelbliche, von feinen Granulationen erfüllte Zellen, deren Kern schwer zu erblicken ist. Man trifft sie entweder an der äusseren Oberfläche der Leberröhre, deren Wand sie dann bilden, oder gegen die innere Fläche der oben beschriebenen Zellen angeheftet.

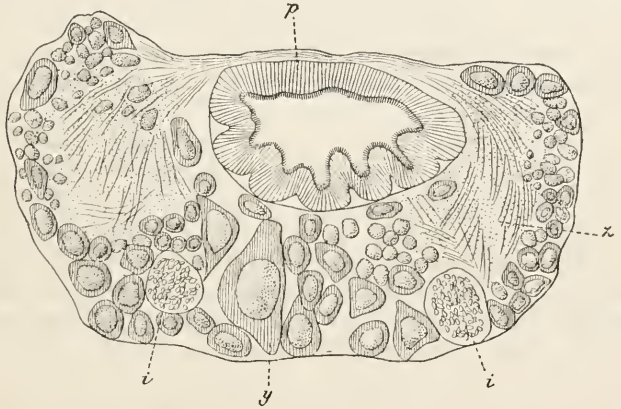
Der Inhalt der Läppchen ist besonders am offenen Ende einer jeden Röhre angehäuft. Man wird zuvor eine grosse Anzahl von sehr zarten, verschiedenartig gefärbten Granulationen darin erblicken, zwischen welchen sich runde, stark körnige Zellen befinden, die keinen Kern zu besitzen scheinen.

Die Läppchen stehen in directer Verbindung mit einem centralen Becken, in welches sie ihren Inhalt ergiessen. Dieses Becken verlängert sich an seinem Ende in Form einer blind geschlossenen Röhre, von einem halben Millimeter Länge; da es gänzlich von den Läppchen gesondert ist, lässt es sich nicht mit denselben verwechseln, man würde es vielleicht mit Recht als ein Gallenbläschen betrachten (*a*, Fig. 393). Die Wände dieses Blindsackes bestehen aus länglichen, senkrecht zur Wand gestellten und lose aneinander gereihten Zellen mit deutlichem Kern. Im Inneren findet man ein Gemengsel von Granulationen, welche denen der Basis der Läppchen ähnlich sind, und ferner sehr lichtbrechende Körper. Zwischen diesen Elementen und der Wand liegt eine ringförmige Schicht, die sich weniger färbt als der Rest des Organs und in welcher das Vorhandensein von Zellen nicht deutlich zu erkennen ist. Unter starker Vergrösserung zeigt diese Zone entweder Granulationen oder feine Streifen, die das Aussehen einer Anzahl aneinander gereihter Wimpern vortäuschen.

Der Blindsack steht, wie oben gesagt, in directer Verbindung mit dem Becken, in welches die Leberläppchen ihre Absonderung ergiessen. Das Becken öffnet sich seinerseits in den Darm, am Anfange des Bogens, welchen derselbe bei seinem Austritte aus dem Magen bildet.

Nervensystem. — Das Nervensystem ist von einer Ganglienmasse gebildet, von welcher einige zu den verschiedenen Organen des Körpers laufende Fäserchen ausgehen. Diese Ganglienmasse ist auf der Bauchfläche der Speiseröhre gelegen und unmittelbar an letztere (*v*, Fig. 392, 393) angefügt. Man unterscheidet zwei in die Länge gezogene und eng mit einander verbundene Hälften, von denen eine jede durch eine Querlinie in zwei Theile getheilt zu sein scheint. An ihrer Oberfläche zeigen die Ganglien eine Schicht von grossen, beinahe runden Zellen, die eine dicke Hülle und einen granulösen Inhalt besitzen. Sie senden einen oder zwei Fortsätze aus, welche in Nerven-

Fig. 394.



Querschnitt durch den Schlundring. *i*, Otolithen im Hörbläschen; *p*, Pharynxwand; *y*, grosse Ganglienzelle; *z*, Nervenfäserchen der Unterschlundmasse.

fasern übergehen, die in die Ganglienmasse eintreten (*z*, Fig. 394). Die Zellen der Oberfläche der Nervenmasse, besonders diejenigen des Hinterrandes der Ganglien, fallen durch ihre ungewöhnliche Grösse auf (*y*, Fig. 394).

Die Ganglienmassen des Unterschlundringes sind oberhalb der Speiseröhre durch eine winzige, ein weissliches Band darstellende Brücke verbunden. Die Oberschlundbrücke besitzt keine Anschwellung; sie besteht aus Fäserchen, von denen einige bis zum Hörorgan gehen.

An jedem Ende der Ganglienmasse des Unterschlundringes entspringt ein Nerv, was uns erlaubt, ein vorderes und ein hinteres Nervenpaar zu unterscheiden. Die Nerven des vorderen Paares laufen direct

in die Flügel; die hinteren Nerven dagegen durchsetzen die Halsmasse, indem sie der Speiseröhre entlang gehen; sie verbreiten sich alsdann nach einigen Verzweigungen auf dem Mantel und an den Eingeweiden.

Sinnesorgane. — *Hyalaea tridentata* besitzt drei Gruppen von Sinnesorganen: die Seh-, Hör- und Tastorgane.

Auf jeder Seite des Halses, an dem Punkte, wo die beiden Mantellappen mit demselben verschmelzen, erblickt man einen bräunlichen Pigmentfleck ohne besondere Bildung. Da diese Flecken die Stelle einnehmen, wo bei anderen Pteropoden besser entwickelte Augen sich vorfinden, so sieht man sie meist als rudimentäre Sehorgane an.

Das Hörorgan besteht aus zwei Hörbläschen (*i*, Fig. 394). Jedes befindet sich auf einem der Untersehlundganglien und ist theilweise von den bereits erwähnten grossen Ganglienzellen umgeben. Das Hörbläschen besteht aus einer runden Kapsel mit sehr feinen Wänden und ist mit kleinen, diek eiförmigen, aus kohlensaurem Kalk gebildeten Otolithen gefüllt. In Folge der Behandlung des Thieres mit schwacher Salzsäure verschwinden die Otolithen. Auf einem Schnitte des Hörorgans kann man häufig bis hundert in eine runde Masse zusammengedrängte Otolithen zählen.

Das durch ein kleines Hautwärzchen dargestellte Tastorgan ist auf der Rückenfläche des Thieres in der Nähe der Vereinigungspunkte der zwei Flügel gelegen.

Kreislaufsystem und Athmungsorgane. — Das Herz ist links von der Zwitterdrüse gelegen; es gleicht einer Birne, deren geschwollenes Ende gegen den Hintertheil des Thieres gewendet wäre (5, Fig. 391, 392). Der dieses Organ gänzlich umhüllende Herzbeutel wird von einer feinen durchsichtigen Membran gebildet, in welcher man grosse, stark körnige und unter einander durch eine Bindesubstanz verbundene Kerne erblickt. Das Herz ist mit verhältnissmässig dicken, aus Muskelgewebe bestehenden Wänden versehen. Wir bemerken äusserlich ein aus runden, eng an einander gepressten Zellen gebildetes Epithelium. Ein Querschnitt des Herzens lässt uns innerhalb dieses Epitheliums zahlreiche quergestreifte, nach allen Richtungen durchschnittene Muskelfäserchen sehen. Manchmal trifft man in diesen Muskelfasern grosse, stark granulirte Kerne. Man unterscheidet eine Herzkammer und eine Vorkammer (5, 6, Fig. 392); zwischen beiden zeigt sich eine Verengung, deren innere Wand eine atrio-ventriculare Klappe herstellt. Die Wand der Herzkammer biegt sich nach innen ein, so dass das von der Vorkammer herfliessende Blut in die Herzkammer strömen kann, bei der Systole der Kammer aber vor dem Rückflusse in die Vorkammer gestaut wird.

Die Eingeweideaorta, wenn man diesen Namen dem, von der Herzkammer auslaufenden Gefässe geben kann, entsendet das oxy-

genirte Blut in die verschiedenen Körpertheile. Nach Gegenbaur ist sie mit einer Klappe versehen. Unmittelbar nach ihrer Entstehung dringt sie in die Masse der Zwitterdrüse ein. Sie besitzt starke, Muskelfäserchen enthaltende Wände. In ihrem Innern trifft man, wie in der Herzhöhlung, isolirte, sehr körnige runde Zellen, wahrscheinlich Blutkörperchen.

Bald nachdem sie in die Zwitterdrüse eingedrungen, endigt die Aorta in ein Lacunensystem. Das Blut circulirt in der That in Hohlräumen mit nicht genau bestimmten Wänden, wie es der Fall bei den meisten Mollusken ist. Gegenbaur behauptet, dass sich die Aorta bei ihrem Eintritte in die Eingeweidemasse gabele; der eine Zweig läuft über den Magen, öffnet sich frei nach aussen und entsendet einen Ast in jeden Flügel, während der andere sich in der Zwitterdrüse, Leber, Magen u. s. w. vertheilt und einen Zweig entsendet, welcher nach hinten dem Columellarmuskel folgt und ebenfalls in das Cölom mit einer trichterförmigen Oeffnung mündet.

Ein grosser Bluteanal (8, Fig. 391, 392) ergiesst sich in die Vorkammer. Indem er rechts von der Eingeweidemasse verläuft, beschreibt dieser Canal, den man Kiemenvene nennen kann, eine Krümmung und wird desto feiner, je mehr man sich seinem freien Ende nähert. An dieser Vene hängen die Kiemenfransen.

Kiemen. — Die Kiemen beschreiben eine regelmässige Krümmung unterhalb und rechts von den Eingeweiden. Auf den ersten Blick sieht man, dass sie aus zwei verschiedenen Elementen gebildet sind, die beide sich als feine Canälchen darstellen. Die einen dieser Canälchen gehen direct von der Kiemenvene aus und sind besonders in der Umgebung des Herzens und der Zwitterdrüse in Menge vorhanden, während die anderen an secundären Zweigen der Kiemenvene sitzen.

Wir werden uns zuvor mit der ersten Kategorie beschäftigen (7, Fig. 391, 392). Diese Kiemenfransen bilden kleine, von einander isolirte und zwischen der Kiemenvene und dem Secretionsorgane entwickelte Büschel, von denen ein jeder aus mehreren sehr zarten Fäserchen besteht, die mit einander an beiden Enden verbunden sind. Das eine dieser Enden mündet direct in die Vene aus, während das andere vermittelst eines Verbindungsbogens mit dem benachbarten Büschel communicirt.

Die zweite Kategorie bildet den grössten Theil der Kiemenmasse (9, Fig. 391 bis 393). Vom inneren Rande des Blutbogens entstehen in regelmässigen Zwischenräumen gegen die Eingeweide hin gerichtete Aeste. Die hinteren sind die längsten; sie erscheinen als Canäle mit dünnen und durchsichtigen Wänden, deren Verlauf gewunden ist. Bis zu ihrem freien Ende verzweigen sie sich nicht. Erst am Ende der Fransen treten vier oder fünf Verästelungen hervor, die sich ver-

einigen, um geschlängelte Canäle zu bilden, die unter der Kiemenvene durchgehen und sich in directen Zusammenhang mit den quastenförmigen Verästelungen setzen, welche von dem äusseren Rande der Vene entsendet werden. Die auf dem Verlaufe aller dieser Canäle ansitzenden Wimperbüschel erhalten das in der peribranchialen Höhlung befindliche Wasser in steter Bewegung. Die Kieme bildet im Ganzen einen unvollständigen Kreis; das in der Nähe des einen Endes liegende Herz theilt so zu sagen die Kiemenmasse in zwei Theile von ungleicher Grösse, von denen der linke (angenommen, das Thier läge auf dem Rücken) bei weitem der umfangreichste, während der rechte (10, Fig. 391, 392) nur unbedeutend ist.

Die ganze Kieme ist in eine Höhlung mit ausserordentlich zarten Wänden eingeschlossen, die nothwendig eine Oeffnung zum Eintritte des Wassers besitzen muss, deren Dasein wir aber auf unseren Schnitten nicht nachweisen konnten. Gegenbaur sagt, dass die Kiemenhöhlung eine Einstülpung des Mantels in Form einer Tasche sei, die nach vorn mit einer Queröffnung münde. Das eine Ende der peribranchialen Höhlung befindet sich in der unmittelbaren Nachbarschaft eines sackförmigen Organs, welches dem Rückenlappen des Mantels, oberhalb des Herzens, unmittelbar anliegt (11, Fig. 391, 392). Dieser Sack spielt gewiss eine Rolle bei der Einführung des Wassers in die peribranchiale Höhlung, jedoch erlaubten die zahlreichen Falten seiner Wandungen uns nicht, irgend eine Oeffnung darin zu erkennen, die in die Kiemenhöhle oder direct zur Verbindung mit der zwischen den beiden Mantellappen befindlichen Oeffnung führte, durch welche ohne Zweifel das die Kiemen bespülende Seewasser eindringt.

Secretions- oder Bojanus'sches Organ. — Allgemein betrachtet man als Absonderungsorgan einen weisslichen, halbmondförmigen und hinter den Eingeweiden gelegenen Körper (2, Fig. 391 bis 393). Der Mittelpunkt des Halbmondes, der nach seinen Enden sich verdünnt, ist dem hinteren Mittelanhang der Schale zugewendet. Unter schwacher Vergrösserung erscheinen die Wände gefaltet. Das eine Ende reicht unmittelbar an den Herzbeutel, das andere erstreckt sich bis unterhalb der Kieme. Wenn wir ferner eine Linie vom Munde aus zum Ende des Mittelanhangs der Schale ziehen, ersehen wir, dass das Absonderungsorgan mehr auf der linken als auf der rechten Seite dieser Linie entwickelt ist. Die Wände sind, wie bereits gesagt, stark gerunzelt, was von zahlreichen kleinen, auf der Wand vortretenden, Blindsäckchen herrührt.

Das Absonderungsorgan besitzt zwei Oeffnungen: die eine, am Ende, in der Nähe des Herzens, mündet in die Herzbeutelhöhle, während die andere, eiförmige, auf der einen Wand des Organs angebracht ist und in die Mantelhöhlung durchbricht (3, Fig. 391 bis 393). Letztere

liegt in einiger Entfernung von dem Ende des linken Hornes und scheint von Kreisfasern umgeben zu sein.

Die mikroskopische Untersuchung von Durchschnitten der Wände des Absonderungscanals zeigt uns eine Schicht von platten, polygonalen, stark körnigen Zellen, deren Kern schwer ersichtlich ist. Die Wand erzeugt eine gewisse Anzahl von in das Innere der Höhlung vortretenden Falten, die dem Schnitte ein zottenartiges Ansehen geben.

Im Innern des Absonderungsorgans sind Elemente zerstreut, welche zerrissenen Zellenwänden gleichen, es sind dies kleine, gekrümmte, zuweilen feine Granulationen enthaltende Fetzen. Ausserdem ist es nicht selten, runden Zellen, denjenigen im Innern der Herzhöhlung ähnlich, zu begegnen.

Nach einigen Autoren zeigt dieses Absonderungsorgan Zusammenziehungen, welche den Pulsbewegungen des Herzens ähneln sollen und durch welche eine gewisse Quantität Wasser in das Blut eingeführt werden könnte.

Geschlechtssystem. — *Hyalaea* ist Zwitter. Der auffallendste Theil dieses Systems ist die Zwitterdrüse (Ovarium von Cuvier). Sie erscheint als eine gelbliche, cylindrische Masse von ungefähr drei Millimeter Länge und einem halben Millimeter Breite (12, Fig. 391 bis 393). Sie erstreckt sich vom Magen zur Kieme, indem sie der Längsmittellinie des Körpers folgt. Auf ihrer, der planen Klappe der Schale zugewendeten Fläche sieht man links eine schiefe Furche, während sie rechts beinahe gänzlich den Columellarmuskel (*h*, Fig. 393) umfasst. Die Zwitterdrüse ist in eine Falte des Mesenteriums eingeschlossen. Ihre innere Fläche entsendet ein sehr dünnes und durchsichtiges, zur Leber sich erstreckendes Canälchen (13, Fig. 392, 393), welches, auf sich selbst gewunden, im Ganzen seine Richtung nach der Basis der Flügel hin verfolgt. Dieser Canal führt bald zu einer kugeligen, weisslichen, auf der Höhe der Magenregion gelegenen Masse von zwei Millimeter Durchmesser (15, Fig. 391 bis 393), welche von Gegenbaur Uterus genannt worden ist. Bevor er aber diese Masse erreicht, entsendet der Ausführungsgang der Zwitterdrüse eine blind endigende und auf sich selbst gewundene Verlängerung, die nach Gegenbaur ein Behälter für die reifen Zoospermen ist. Wir werden diesen Theil den Samenbehälter nennen (14, Fig. 392). Vom Uterus läuft ausserdem ein Ausführungsgang (16, Fig. 391 bis 393, 396) längs der Halswand über die Rückenfläche des Thieres, um in einem Wärzchen auf der Rückenfläche der Basis des rechten Flügels zu endigen (28, Fig. 392, 393).

Betrachten wir nun im Einzelnen jeden Theil des Geschlechtssystems.

Auf einem im zweiten Drittel ihrer Länge geführten Querschnitte gleicht die Zwitterdrüse vollständig einer Bohne. Wir unterscheiden also eine gewölbte und eine hohle Seite, die in ihrer starken Ausbuchtung den quer durchschnittenen Columellarmuskel erblicken lässt. Das Ganze wird durch eine feine, durchsichtige Membran, die mesenteriale Hülle, umzogen. In der Richtung des kleinen Durchmessers des Schnittes bemerken wir an einander gereihte Streifen, auf welchen die Geschlechtsproducte entstehen. Die einander zugekehrten Oberflächen dieser Plättchen, sowie ihr äusserer Rand enthalten in Boraxcarmin sich stark färbende Zellen, in deren Innerem man stets einen grossen runden Kern erblickt. Die Plättchen stehen, wie wir bereits gesagt haben, parallel zur kleinen Schnittaxe. In der Nähe des inneren Randes des Schnittes bemerkt man eine Höhlung, welche von einer sehr zarten Membran umhüllt zu sein scheint. Dieser die Eier enthaltende Raum (17, Fig. 393) ist im Halbmonde gekrümmt und nimmt ungefähr den achten Theil der Oberfläche des Schnittes ein. Die in Folge des gegenseitigen Druckes vielseitige Formen besitzenden Eier haben eine feine Hülle. Ihr Protoplasma scheint sehr homogen. Im Innern kann man einen runden Kern beobachten, welcher ungefähr den dritten Theil der Zelle einnimmt, klarer ist als das Protoplasma und zahlreiche Granulationen enthält. Ausserdem befindet sich auch noch ein kleines, dunkleres Kernchen darin. Diese mit Eiern gefüllte Region der Zwitterdrüse dürfte als speciell weiblicher Theil oder als Eibehälter zu betrachten sein, denn wir werden sehen, dass sich ähnliche Zellen im übrigen Theil der Zwitterdrüse finden.

Im Innern der Plättchen lassen sich grosse, kaum gefärbte Anhäufungen erblicken, welche mit zarten, ein feines Netz darstellenden Falten überzogen sind. Auf der inneren, das heisst auf derjenigen Seite, welche die mit Eiern gefüllte Höhlung begrenzt, zeigen sich Züge, welche von zahlreichen kleinen Zellen gebildet sind, die dunkle Körner enthalten; jeder dieser Punkte hat das Ansehen des Kopfes eines Samenthierchens, während zwischen den Zellen sich Bündel von sehr zarten, Zoospermfädchen ähnelnden Fibrillen befinden. Manchmal zeigen sich dieselben strahlenförmig um ein von vielen Granulationen besetztes Centrum gruppirt. Man kann Zoospermen auf jedem Theil des Schnittes, ausser in der mit Eiern gefüllten Höhlung, antreffen; sie finden sich in grosser Anzahl namentlich in der Nähe dieser Höhle. Zwischen den oben erwähnten Plättchen giebt es, jedoch nur selten, grosse runde Zellen, deren Form gänzlich an diejenige der Eier erinnert und die sich bedeutend stärker als der Rest der Masse färben. Oefters sind sie wie mit einem Kranze von Zoospermen umgeben.

Wir haben bereits gesehen, dass von der Zwitterdrüse ein Canal ausgeht, der kurz nachher sich gabelt (13, Fig. 392). Ein Querschnitt des Canals zeigt unter starker Vergrösserung eine dünne äussere Mesen-

terialhülle, die hier und da einige längliche Kerne enthält. Diese Hülle ist innerlich von einer Schicht runder und sehr körniger Zellen bekleidet. Gegen einander gepresste und sehr verwickelte Knäuel bildende Zoospermen erfüllen die Höhlung des Canales fast gänzlich. Man stösst manchmal auf Zoospermenbündel, deren Köpfe zu Gruppen vereinigt sind.

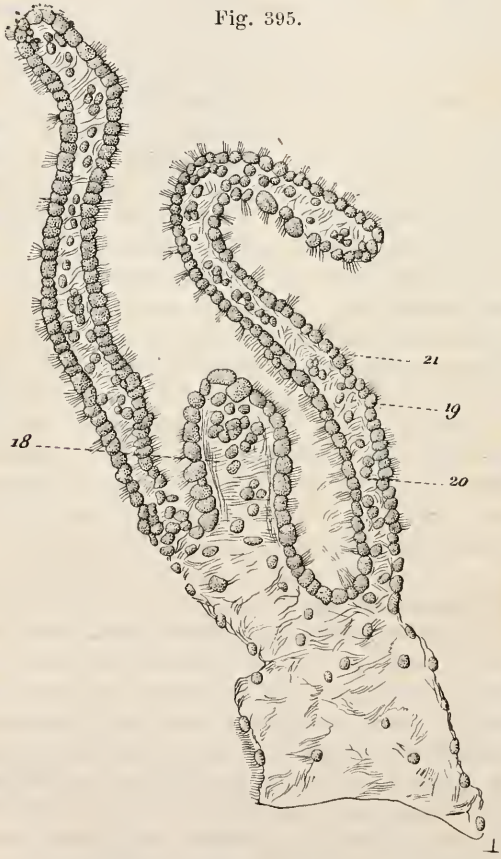
Der vom Canal sich ablösende Blindsack zeigt die gleichen histologischen Bildungen; er dürfte deswegen als ein *Receptaculum seminis* betrachtet werden.

Das von Gegenbaur Uterus genannte Organ, in welches der Ausführungsgang mündet, entspricht wahrscheinlich der Eiweissdrüse der Gasteropoden. Wie bereits bemerkt worden ist, besitzt es eine weissliche Farbe (15, Fig. 392). Seine Oberfläche ist von zahlreichen Falten durchzogen, welche dem Ganzen das Aussehen eines auf sich selbst gewundenen Canals geben. Diese Falten zeigen unter starker Vergrösserung eine sehr eigenthümliche Structur. Ihre äusserst feine Hülle dringt zwischen die einander anliegenden Falten ein und bildet so Scheidungslinien. Die Falte selbst ist von zahlreichen weisslichen Bündeln gebildet, welche regelmässig neben einander gelegt und senkrecht auf die Falte gerichtet sind. Sie scheinen durch eine dünne Membran begrenzt zu sein, haben alle beinahe den gleichen Durchmesser, besitzen einen feinkörnigen Inhalt und zeigen auf dem einen der beiden Enden einen runden Kern. Zuweilen erscheint längs den Wänden eines jeden Bündels ein zweiter länglicher Kern. Beizufügen ist noch, dass in der Dicke des Organs viele, stark pigmentirte Zellen vorhanden sind, welche Chromatophoren sehr ähnlich sind.

Der Ausführungscanal der Drüse zieht, wie wir bereits gesehen haben, über die Rückenfläche des Thieres, läuft dem Halse entlang und endigt mit einer, an der Rückenfläche der Basis des rechten Flügels gelegenen Verdickung. Beim Beginn haben wir es mit einem wirklichen Canal zu thun, dessen Wände von länglichen, gleichartigen, mit zahlreichen langen Wimpern besetzten Zellen gebildet werden. Ein Theil der Wand verschwindet aber längs der Rückenfläche des Halses und es bleibt nur noch eine offene Rinne (16, Fig. 396), welche theilweise aus der Halswand, theilweise aus einer dünnen angrenzenden Platte besteht. Die innere Fläche dieser letzteren ist mit Wimpern bedeckt (17, Fig. 396), die wohl den Ausgang der Samenproducte erleichtern. Das Ende der Rinne schwillt kelchförmig an (28, Fig. 393; Fig. 395). Dieser höchstens einen halben Millimeter lange Kelch ist gegen die Rückenfläche des rechten Flügels angelehnt; er öffnet sich nach vorn und lässt innerlich am Grunde eine solide, warzenartige Erhöhung erblicken (18, Fig. 395). Die Wände des Kelches sind verhältnissmässig dünn und besitzen auf beiden Flächen

ein aus einer Schicht runder, stark körniger Zellen gebildetes Epithelium (19, Fig. 395). Das Innere des Organes ist durch ein lockeres Bindegewebe gebildet, welches aus losen, die zwei Wände verbindenden Fäserchen zusammengesetzt ist (20, Fig. 395). Man bemerkt ebenfalls hier und da Zellenkerne. Das im Innern des Kelches befindliche Wärzchen zeigt dieselbe Structur. Wir haben vorhin bemerkt, dass die Wand der Rinne innerlich mit einer dichten Menge langer Wim-

Fig. 395.



Längsschnitt des Endkelches des Geschlechtssystems. 18, innere Erhöhung; 20, Bindegewebe zwischen den Epithelien; 19, Wimperzellen des Epitheliums; 21, Wimperbüschel.

pern bekleidet ist; dieselben setzen sich auf beide Flächen des Kelches fort, ändern aber ihre Anordnung (21, Fig. 395). Sie bilden hier Büschel, deren jeder von einer einzigen Zelle getragen wird. Die innere Erhöhung besitzt ebenfalls solche Wimperbüschel.

Es würde natürlich erscheinen, eine Oeffnung an der Basis des Kelches zu finden, die mit der Rinne in Verbindung stände und die Generationsproducte austreten lassen würde. Die mikroskopische Beobachtung lässt aber nichts davon erblicken. Die Zeugungsproducte müssen, um in das Innere des Kelches eindringen zu können, seine Wände umgehen. Diese Annahme scheint durch die Anwesenheit von Wimperbüscheln auf der äusseren Fläche des Kelches bekräftigt zu werden.

Penis (22, Fig. 392). — Im Inneren des Halses und auf der Rückenfläche der Speiseröhre befindet sich ein Organ, dessen Function räthselhaft ist; durch Abnehmen der Haut der Rückenfläche wird es leicht blossgelegt. Seine Länge beträgt ungefähr drei Millimeter. Es

Fig. 396.

Querschnitt durch die Halsregion im hinteren Drittel des Penis; *a*, Rückenwand des Halses; *b*, Bauchwand; *c*, unter der Bauchwand liegende Muskeln; *p*, Pharynx; *s*, zusammengesetzte Speicheldrüsen; *x*, Nerv; 17, Wimpern; 18, den Hals entlang laufende und in dem Becher endende Geschlechtsrinne; 23, Zellen der Hinterwand des Penis; 24, Lamellen im Inneren des Penis; die auf der linken Seite gehören der Krümmung des Penis an.

ist stark in Gestalt einer kurzen Tabakspfeife zusammengekrümmt und besitzt nach vorn eine sehr enge, vor dem Munde, genau am Vereinigungspunkte der zwei Flügel gelegene Oeffnung. Die Flügelbasis trägt zur Bildung der Umrandung dieser Oeffnung bei. Das Organ verdickt sich zu einem cylindrischen Sacke, dessen geschlossenes Hinterende auf sich selbst gekrümmt ist. Die ganze Masse nimmt

einen verhältnissmässig grossen, der Grösse des Magens gleichkommenden Raum ein.

Querschnitte (Fig. 396 a. v. S.) zeigen folgende Structur: die Wand der Flügel zeigt an ihrem Vereinigungspunkte einige mehr oder weniger tiefe Faltenrinnen, deren tiefste sich schliesst, um einen Canal zu bilden. Der Eingang dieses Canals zeigt ein enges Lumen, dessen Wände von Falten durchzogen und von circulären Fäserchen umgeben sind. Während eines gewissen Theiles seines Verlaufes behält das Organ das gleiche Aussehen; dann verdickt sich die Wand der Bauchfläche bedeutend; die sie bildenden Zellen verlängern sich ungemein und stellen sich alle nebeneinander, um so ein dickeres Polster (23, Fig. 393, 396) herzustellen. Jede einzelne Zelle hat die Form eines langen Stäbchens mit kaum wahrnehmbaren Wänden; das Protoplasma ist feinkörnig, der ungefähr im dritten Theil der Länge gelegene Kern eiförmig und sehr deutlich. Im Inneren des Organs bemerkt man, besonders in seinem gekrümmten Theile, unregelmässige Verdickungen der Wand, die eine grosse Anzahl gegeneinander gepresster und mit Wimpern versehener Anhängsel tragen (24, Fig. 396), welche ganz das Aussehen von Drüsen besitzen und deren Inneres runde, stark körnige Kerne enthält. Die Axe eines jeden dieser Anhängsel scheint einen Canal zu besitzen.

Gegenbaur und van Beneden betrachten dieses Organ als einen Penis; es steht jedoch in keiner Verbindung mit der Geschlechtsdrüse und ihren Nebenorganen, es ist also möglich, dass es eine andere Function besitzt. Zu bemerken ist aber, dass Gegenbaur die Begattung, welche eine halbe bis zwei Stunden dauern soll, gesehen hat.

Seiner Behauptung nach sind die Zoospermen bei *Hyalaca* lang fadenförmig mit einem runden Kopfe und erreichen eine Länge von 0,008 m.

Die Schale der Pteropoden zeigt sehr verschiedene Gestaltung. Die Gymnosomen sind nackt. Wenn sie bei *Hyalaea* kugelig und mit Hinterstacheln versehen ist, so können wir die Schale bei Thieren derselben Familie mit sehr in die Länge gezogenem spitzem Hinterende antreffen (*Creseis*). Bei den *Limaciniden* findet sich ein spiralig gewundenes Gehäuse, ähnlich demjenigen von *Helix* etc.

In anderen Fällen sieht die Schale wie ein Nachen aus (*Cymbulia*). Bei den *Hyalaeiden* und den *Limaciniden* ist die Schale hart und in Folge einer ziemlich bedeutenden Menge von kohlensaurem Kalk, welche in ihre Zusammensetzung eingeht, zerbrechlich, während sie bei den Cymbuliden die Consistenz eines weichen Knorpels besitzt und von einer homogenen Substanz gebildet wird. In letzterem Falle haftet sie nicht am Körper an, im anderen dagegen giebt es Muskeln, die sich an die Schale ansetzen.

Die Flossen sind membranöse, stets auf dem vorderen Theile des Körpers gelegene Ausbreitungen. Beim lebenden Thiere sind sie an ihren Rändern durchsichtig und besitzen immer zahlreiche musculöse Fasern, die sich in verschiedenen Richtungen kreuzen. Morphologisch lässt man die Flossen von dem Centrallappen des Fusses, vom Epipodium, hervorgehen. Die *Hya-*

laeiden tragen ein Paar Flossen; einige *Clioniden* haben deren zwei Paare und bei *Tiedemannia* bilden sie eine einzige Ausbreitung in Form einer wenig ausgeschnittenen Scheibe.

Der Kopf ist im Allgemeinen kaum gesondert. Bei *Hyalaea* bleibt er so zu sagen rudimentär; er trägt an seinem Vordertheil die Mundöffnung und kleine, als Tastorgane angesehene Tentakel. Bei den *Gymnosomen* ist der Kopf gewöhnlich mehr vom Körper getrennt und kann conische Anhängsel (*Clione*) oder Arme (*Pneumodermon*) mit Reihen von kleinen Saugnäpfen tragen.

Der Grund der Mundhöhle ist immer mit einem der Radula der Gasteropoden ähnlichen Apparate bewaffnet, welcher die Nahrungstheilchen zerreisst. Die Speicheldrüsen sind sehr klein oder rudimentär; die Speiseröhre führt in einen umfangreichen, je nach der Gestalt des Thieres kugelförmigen oder sehr in die Länge gezogenen Magen. Der im Inneren mit Wimpern bedeckte Darm umgiebt in den meisten Fällen die Leber und mündet durch einen After in die Mantelhöhlung.

Der Kreislauf ist, wie in der Regel bei den Mollusken, zum grössten Theil lacunär. Das Herz wird von einer Herzkammer und einer Vorkammer gebildet; von der ersten entsteht der bedeutendste Gefässstamm.

Die Athmungsorgane bestehen, wenn vorhanden, aus Kiemen; diese fehlen unter den Gymnosomen bei der Gattung *Clio* und werden durch Hautathmung ersetzt. Bei *Pneumodermon* fungiren vielleicht blätterartige, am Hinterende des Körpers gelegene Anhängsel als Kiemen. Bei einigen Thecosomen treffen wir die Kiemen im Inneren des Körpers in der Mantelhöhlung; sie werden durch zahlreiche Falten und Lappen gebildet, deren Ganzes bei *Hyalaea* das Aussehen eines Halbkreises hat; bei anderen endlich (*Creseis, Cleodora*) fehlen besondere Kiemen gänzlich, und die Athmung scheint durch die innere Oberfläche der Mantelhöhle zu geschehen.

Das bis jetzt als Niere (Bojanus'sches Organ) betrachtete Organ befindet sich gewöhnlich in der hinteren Hälfte des Körpers. Seine Function ist bei Weitem noch nicht erforscht. Bei *Hyalaea* erscheint die vollständig nach hinten gelegene Niere als ein Halbmond. Bei *Creseis* ist sie nach der Längsaxe des Körpers in die Länge gezogen. Im Allgemeinen besitzt die Niere zwei Oeffnungen: die eine nach aussen, die andere in der Herzbeutelhöhlung. Man beobachtete bei ihr Zusammenziehungen, die zur Annahme bestimmten, die Niere führe bei gewissen Gattungen Wasser in das Blut ein.

Das Nervensystem besteht aus Ganglien, die durch Commissuren mit einander im Zusammenhange stehen. Die wichtigste Ganglienmasse liegt der Speiseröhre unmittelbar an; man unterscheidet die auf der Speiseröhre gelegenen Hirnganglien von den Mundganglien. Die Fuss- und Eingeweideganglien sind entweder weit vom Hirn entfernt oder beinahe gänzlich mit einander in der Nähe des Hirnes, unterhalb der Speiseröhre, verschmolzen, wie bei *Hyalaea*.

Die Sinnesorgane bestehen aus den Seh-, Hör- und Tastorganen.

Die Augen sind immer rudimentär. Bei einigen Pteropoden fehlen sie sogar gänzlich. Bei vielen *Hyalaeiden* sind es zwei einfache, auf jeder Seite des Halses liegende Pigmentflecken.

Die Hörorgane, wenn vorhanden, befinden sich auf der Nervenschlundmasse. Sie bestehen aus zwei runden Bläschen; welche zahlreiche Otolithen enthalten.

Die Pteropoden sind Zwitter. Die gewöhnlich umfangreiche Zwitterdrüse ist in der Nähe des Herzens gelegen und je nach der Form des Thieres rund, zusammengedrängt oder länglich. Sie besitzt nur einen einzigen Ausgangscanal, welcher mehrere Windungen im Inneren des Körpers beschreibt; er

kann sich in einen Samensack ausdehnen und steht in vielen Fällen mit einer Tasche in Verbindung, die man als Eiweissdrüse betrachtet.

Man hat bei den *Hyalaciden* und *Cymbuliden* einen Penis beschrieben. Er liegt am Vordertheil des Körpers und steht nicht in directem Zusammenhange mit dem Ausführungscanal der Zwitterdrüse. Er bildet eine exertile Röhre, die sich wie ein Handschuhfinger umstülpt. Bei den *Clioniden* bildet der Penis einen Anhang von bedeutender Grösse.

Die Eier der Pteropoden sind kettenförmig an einander gereiht oder in Kapseln eingeschlossen. Die Embryonen besitzen ein Wimpersegel, wie es bei den Gasteropoden der Fall ist. Die Atrophie dieses Velums bedingt die Bildung der Flügel oder Flossen. Der Embryo umgiebt sich bald mit einer napfartigen Schale, die aber entweder rasch abfällt oder nur dazu dient, einen Theil der definitiven Schale zu bilden. Die Gymnosomen (*Pneumodermon*) durchlaufen zwei ziemlich verschiedene Larvenstadien: im ersten besitzen sie die typische Form der Gasteropodenlarven mit einem Velum, welches wie die Embryonalschale abfällt, worauf der Embryo in eine neue Phase mit umgestalteter Form eintritt, die drei später verschwindende Wimperzonen besitzt.

Es scheint uns, dass die Classe der Pteropoden zur grossen Gruppe der Gasteropoden gehört. So lange die Flossen als eine eigene Bildung angesehen werden konnten, verschieden von Allem, was sich bei den Gasteropoden vorfindet, durfte man die Pteropoden als eine eigene Classe betrachten und sogar Beziehungen zu den Cephalopoden bei ihnen vorfinden; heutzutage, wo es bewiesen ist, dass die Flossen übermässig entwickelte Fusstheile sind, muss man in den Pteropoden sehr niedrige Gasteropoden sehen, die einerseits den Scaphopoden, andererseits den Nudibranchiern nahe stehen und nur durch eine besondere Umwandlung des zum Schwimmen in hoher See angepassten Fusses von den typischen Gasteropoden verschieden sind.

Literatur. — G. Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques*, Paris 1817. — P. J. van Beneden, *Recherches anatomiques sur le Pneumodermon*. Müller's Archiv 1838. — Ders., *Mémoires sur l'anatomie des genres Hyale, Cleodore et Curierie. Exercices zootomiques. Nouv. Mém. de l'Acad. roy. de* Bruxelles, Bd. II, 1839. — Ders., *Mémoire sur la Limacina arctica. Nouv. Mém. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, Bd. XIV, 1841. — F. H. Troschel, Beiträge zur Kenntniss der Pteropoden. Arch. f. Naturg., 1854. — C. Gegenbaur, Untersuchungen über die Pteropoden und die Heteropoden, Leipzig 1855. — C. Vogt, Beitrag z. Entwicklungsgesch. eines *Cephalophoren*. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. VII, 1856. — D. F. Eschricht, Anatomische Untersuchung über die *Clione borealis*. Kopenhagen 1858. — A. Krohn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Pteropoden*, Leipzig 1860. — H. Fol, *Études sur le développement des Mollusques. Arch. de Zool. expériment.*, Bd. IV, 1875.

Classe der Cephalopoden.

Wenn auch nicht so verschiedenartig in ihren Formen als die Gasteropoden, so zeichnen sich doch die Cephalopoden von allen anderen Mollusken durch eine bedeutend höhere Entwicklungsstufe aus. Der symmetrische Körper ist sackförmig und wird von einem zusammenhängenden, zwei Höhlen begrenzenden Mantel bedeckt, von denen die eine, auf der Rückenseite gelegene, die sogenannte Körperhöhle bildet, während die andere, an der Bauchseite, als Kiemenhöhle bekannt ist. Letztere steht mit der Umgebung durch eine breite, den Eingang des Wassers befördernde Oeffnung in Verbindung; sie trägt einen muskulösen Trichter, durch den das Wasser, welches zur Athmung gedient hat, ausgestossen wird und welchen man als eine Modification des Fusses betrachten muss.

Vor dem Körpersacke steht der stets streng abgesonderte Kopf, welcher grosse seitliche Augen, sowie die übrigen Sinnesorgane trägt. Auf der Vorderseite erscheint ein Kranz von acht bis zehn, meistentheils auf der Innenseite mit Saugnäpfen oder Haken bewaffneten Armen, die zum Kriechen und Ergreifen der Nahrung dienen. In der Gattung Nautilus sind dieselben durch zahlreiche Tentakeln ohne Saugnäpfe ersetzt.

Der Körper ist gewöhnlich nackt, jedoch wird er zuweilen von einer inneren oder äusseren, mehr oder weniger gut entwickelten Schale geschützt. Die weiche Haut enthält eigenthümliche Pigmentzellen, Chromatophoren genannt, die zu schnellem Farbenwechsel Veranlassung geben.

Das centrale Nervensystem wird durch drei Hauptganglienpaare, welche wir bereits bei den anderen Mollusken angetroffen haben, gebildet; sie sind eng an einander gedrängt im Kopfe gelegen und machen den Eindruck, als wären sie zu einer mächtigen, von der Speiseröhre durchsetzten Nervenmasse zusammengeschmolzen. Die daraus entspringenden Nerven besitzen auf ihrem Verlaufe hier und da Ergänzungsganglien.

Die Sinnesorgane sind sehr entwickelt; das Auge besonders nähert sich demjenigen der Wirbelthiere.

Der mehr oder weniger auf sich selbst gewundene Verdauungscanal beginnt mit einem Schlundkopfe, der mit zwei kräftigen Hornkiefern, nebst einer chitinösen, derjenigen der Gasteropoden ähnlichen, Radula bewaffnet ist.

Der Darm empfängt die Absonderungsproducte eines oder zweier Paare von Speicheldrüsen und einer umfangreichen, Leber genannten,

Verdauungsdrüse, deren Ausscheidungscanäle durch sogenannte pankreatische Anhänge ausgezeichnet sind.

Ausser einem arteriellen Herzen, welches eine mittlere Kammer und zwei aus den pulsirenden Erweiterungen der Centralenden der Kiemenvenen hervorgegangene Vorkammern besitzt, kommen bei den Cephalopoden noch venöse Herzen vor, welche an der Kiemenbasis auf den Kiemenarterien sich entwickeln. Obgleich einige Hohlräume, in welche das Blut sich ergiesst, bei ihnen anzutreffen sind, so ist doch ihr Capillargefässsystem bei weitem mehr entwickelt als das der übrigen Mollusken.

Die Athmungsorgane bestehen aus einem oder zwei Paaren von Kiemen, welche das Blut durchströmt, bevor es zum Herzen zurückfliesst.

Der Ausscheidungsapparat besteht aus schwammförmigen, auf dem Verlaufe der Kiemenarterien gelegenen Organen, die man als Nieren betrachtet. Ausserdem dürfte noch der, eine schwarze Flüssigkeit entleerende, sogenannte Tintenbeutel hervorzuheben sein.

Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts, die Männchen gewöhnlich kleiner als die Weibchen. Die in einer sackförmigen Hülle des Bauchfells, worin die reifen Geschlechtsproducte fallen, befindlichen Ovarien und Hoden gleichen sich sehr. Diese Hülle verlängert sich dann in einen Canal mit sehr entwickelten Nebenapparaten, durch welchen die Producte austreten.

Man unterscheidet zwei Ordnungen:

Erste Ordnung: Die Zweikiemer (*Acetabulifera*) besitzen zwei, symmetrisch unter dem die Kiemenhöhle bildenden Mantelumschlag gelegene Kiemen. Der Trichter ist vollständig. Ihre Arme tragen Saugnäpfe (*Acetabula*). Sie werden in zwei Unterordnungen getheilt:

a) Die Octopiden, mit einem Kranze von acht gleichen Armen am Kopfe. Beispiele: *Octopus*, *Eledone*.

b) Die Decapiden mit zehn Armen, worunter zwei länger als die übrigen sind und mit einem angeschwollenen Theile enden. Beispiele: *Sepia*, *Loligo*.

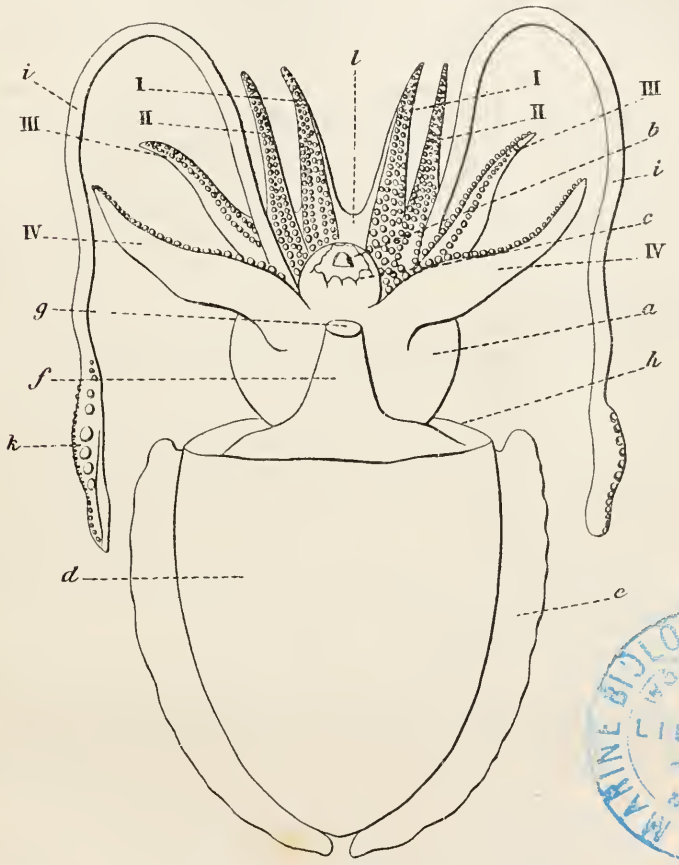
Zweite Ordnung: Die Vierkiemer (*Tetrabranchia*) mit vier Kiemen, gespaltenem Trichter und zahlreichen, die Arme ersetzenden Tentakeln. Beispiel: *Nautilus*.

Typus: *Sepia officinalis* (L.). Gewöhnlich Sepie oder Tintenfisch genannt. Dieser zehnfüssige Zweikiemer ist in allen Meeren verbreitet. Man fängt ihn in grosser Anzahl, besonders zur Frühlingszeit, an den Küsten, wo er seine Eier ablegt. Die von der See entfernt lebenden Naturforscher können ihn leicht von den verschiedenen zoologischen Stationen erhalten. In diesem Falle ist es vortheilhafter, das Thier in einer concentrirten Boraxlösung, welche den Geweben ihre Weichheit bewahrt, als in Alkohol kommen zu lassen. Wenn es sich um

das Studium dieser oder jener speciellen Organe handelt, darf man nicht unterlassen, das gewünschte Behandlungsverfahren bei der Station anzugeben.

Allgemeine Beschreibung. — Der Körper des Tintenfisches (Fig. 397) hat das Aussehen eines eiförmigen Sackes, welcher beider-

Fig. 397.



Sepia officinalis. — Von der unteren oder Bauchfläche aus gesehen; die acht kleinen Arme sind nach den symmetrischen Paaren numerirt. *a*, Kopf; *b*, Mund, von einer gefranzten Lippe *c* umgeben; *d*, Kiemensack; *e*, Flossen; *f*, Trichter; *g*, Trichteröffnung; *h*, ringförmiger Mantelkragen um den Hals; *i*, zurückziehbare Fangarme, welche mit einem angeschwollenen, Saugnäpfe tragenden Theil *k* endigen; *l*, Vereinigungshaut an der Basis der Arme.

seits von einer sehmalen, häutigen, durch Knorpelstücke unterstützten Flosse gesäumt ist. Dieselbe wird durch eine, auf der ganzen Körper-

länge sich erstreckende und nur hinten unterbrochene Hautfalte gebildet (*a*, Fig. 397). Vor dem Sack tritt der Kopf hervor (*a*), der zwei grosse Augen und kranzförmig um den Mund gelegene Arme trägt, worunter man vier Paar ungestielte, verhältnissmässig kurze Arme unterscheidet, die mit zahlreichen, kurzen, gestielten und an der Basis auf vier Reihen geordneten Saugnäpfen bewaffnet sind. Die Arme der drei ersten Paare sind von ungefähr gleicher Grösse, während die des vierten Paares etwas länger und besonders an ihrer Basis breiter sind (IV, Fig. 397). Beim Männchen ist der vierte linke Arm mit Rücksicht auf die Begattung etwas modificirt (hectocotylisirt). Wir werden bei der Beschreibung der Geschlechtsorgane darauf zurückkommen.

Zwischen dem dritten und vierten Armpaare bemerkt man zwei Taschen mit runder Oeffnung, von denen jede einen cylindrischen und glatten Arm verbirgt, welcher ungefähr dreimal länger als die vorigen ist, sich gänzlich darin zurückziehen kann und mit einer häutigen, Saugnäpfe von verschiedener Grösse (*i*, *k*, Fig. 397) tragenden Erweiterung (Keule) endigt.

Eine kreisförmige Einstülpung des Mantels trennt den Kopf vom Körper und bildet auf der Bauchseite einen tiefen Einschlag, der die Kiemenhöhle abgrenzt, die ein Paar Kiemen in Form von Pyramiden enthält. Dieser Manteleinschlag trägt am Rande zwei knorpelige Knoten (*d*, Fig. 425), welche in entsprechende, an der Trichterbasis gelegene knopflöcherartige (*c*) Vertiefungen eingepasst sind. Das hohle, sehr zusammenziehbare trichterförmige Organ (*f*, Fig. 397), durch welches das Athemwasser aus der Kiemenhöhle ausgestossen wird, liegt vorn an der zum Kiemensack führenden Spalte. Sein unterer Rand legt sich im Moment der Austreibung des Wassers fest an den Rand der Spalte an, die auf diese Weise geschlossen wird, während sie sich beim Einströmen des Athmungswassers weit öffnet.

Orientation. — Wenn man die Homologie der Organe der Cephalopoden mit denen der übrigen Mollusken feststellen will, ist es zweckmässig, den Körper des Thieres senkrecht mit dem Kopfe nach unten zu stellen, so dass die innere, mit den Saugnäpfen besetzte Fläche der Arme und die häutige Mundlippe der Bauchfläche entsprechen, während die Spitze des Körpersackes die Rückenfläche darstellt. Man würde dann die gefärbte Seite, welche eine schwimmende Sepie uns zukehrt, als vordere und die blasse Fläche, wo sich der Kiemensack befindet, als hintere Seite bezeichnen. Um jedoch die Beschreibung zu erleichtern und mit der weitaus grösseren Mehrzahl der Autoren, die dieses Thema behandelt haben, übereinzustimmen, werden wir der Sepie die Stellung geben, welche sie beim Schwimmen einnimmt. Die braune Seite, welche das Thier nach oben kehrt, wird alsdann die Rückenfläche, die helle Seite, wo der Kiemensack und der Trichter sich befinden, die Bauch- oder Unterfläche. Der Mund steht

dann vorn, die Flossen seitlich, das geschlossene Ende des Körpersackes nach hinten u. s. w.

Zergliederung. — Das Thier wird zuerst in einer kleinen Quantität Wasser oder in einer einprocentigen Lösung von Chloral erstickt. Nach der Untersuchung der allgemeinen äusseren Charaktere schlitzen wir den Kiemensack der Länge nach auf, um die Kiemen (Fig. 425 und 429), den After, die Oeffnungen der Nierensäcke, des Tintensackes und der Geschlechtsdrüsen, welche sämmtlich in den Kiemensack münden, zu besichtigen.

Nachdem das Thier umgedreht und mit in die Flossen und Arme eingesteckten Nadeln befestigt worden ist, wird es der Medianlinie des Rückens nach aufgespalten. Man bemerkt alsdann die Stellung der in einem geschlossenen Sacke der Haut eingelagerten Schulpe und nach der Entfernung derselben dringt man in die Körperhöhle ein. Der Darm, die sehr grosse Leber, das Herz, die Schwammkörper, die Geschlechtsdrüsen u. s. w. werden sichtbar.

Zur Präparation des Kopfes muss man den inneren Kopfknorpel aufschlitzen, eine immerhin schwierige Operation, die man nur mit der grössten Sorgfalt vornehmen darf, um nicht die Verbindungen des Hirnes mit den Sehganglien, den Augen und den zahlreichen von der Schlundnervenmasse herkommenden Nerven zu verletzen.

Schnittserien auf junge, zuvor in Sublimat oder Pikrinsäure erhärtete und in Paraffin eingeschlossene Exemplare erleichtern sehr die Erkennung der Verbindungen zwischen den verschiedenen Körpertheilen.

Die zum Studium der einzelnen Organe nothwendigen Reagentien werden wir bei der näheren Beschreibung dieser Organe angeben.

Tegumente. — Die weiche und zusammenziehbare Haut der Sepie zeichnet sich durch das Vorhandensein zweier Arten von besonderen Zellen aus. Es sind dies die Chromatophoren und die Iridocysten. Die Hautfarbe wechselt je nach dem Spiel der auf dem ganzen Umfang und besonders auf der Rückenfläche zahlreich zerstreuten Pigmentzellen.

Um die Structur der Haut kennen zu lernen, lassen wir einige Fragmente in Jodserum maceriren und zerzupfen sie nachher mit feinen Nadeln, während andere, welche bestimmt sind, in Paraffin geschnitten zu werden, zuvor in einprocentiger Osmiumsäure fixirt worden sind.

Von aussen nach innen erkennen wir folgende Schichten.

Die aus einer einzigen Schicht cylindrischer Zellen, welche auch die Form hexagonaler Prismen annehmen können, gebildete Epidermis (*a*, Fig. 398, a. f. S.). Die Form dieser Zellen wechselt je nach der Körperregion. Alle besitzen einen eiförmigen, in Carminlösungen sich stark färbenden Kern. Ihr distales Ende wird von einem feinen licht-

brechenden Häutchen bedeckt, während das entgegengesetzte Ende, welches an der Haut angewachsen ist, spitzige, in letztere eindringende Verlängerungen trägt.

Die Haut besteht aus lockerem Bindegewebe, in welchem man zahlreiche Bündel verfilzter Fäserchen, ferner Bindegewebezellen, Chromatophoren und Iridocysten erkennt. Die Dicke der Haut ändert je nach den Körperregionen; in ihren tieferen Schichten befinden sich zahlreiche Capillargefässe (*c*) und Nervenfasern.

Die Chromatophoren (*c*, Fig. 398 und *B*, Fig. 399) gaben Veranlassung zu vielfachen Erörterungen. Man muss freilich zugestehen,

Fig. 398.

Fig. 399.

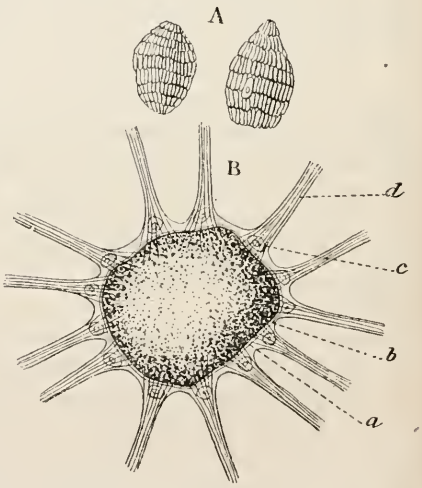


Fig. 398. — *Sepia officinalis.* Senkrechter Schnitt durch die Haut. Nachet, Oc. 3, Obj. 3 (nach P. Girod). *a*, Epidermis; *b*, oberflächliche Faserschicht; *c*, Chromatophoren; *d*, durchschnittene Muskelfasern; *e*, Blutgefässe der Haut; *f*, tiefe Faserschicht; *g*, Grenzschicht.

Fig. 399. — *Sepia officinalis.* *A*, Iridocysten der Haut; *B*, eine ausgebreitete Chromatophorenzelle. *a*, Pigment; *b*, Zellenhülle; *c*, Basalzellen; *d*, Strahlenbündel. Leitz, Oc. 1, Obj. 7.

dass ihre Untersuchung besondere Schwierigkeiten bietet. Es ist vorzuziehen, jüngere Individuen, deren Chromatophoren noch nicht in grosser Anzahl vorhanden sind und deren Haut dünn ist, zu gebrauchen. Wir hatten die Gelegenheit, dieselben auf kleinen Sepien von 3 bis

4 cm Länge zu beobachten. Im frischen Zustande ist es nicht möglich, die Chromatophoren zu isoliren, ohne sie zu zerreissen, jedoch ist es unumgänglich nöthig, sie noch während ihrer Thätigkeit zu beobachten. Ein Stückchen Haut einer lebenden Sepie, welches schnell in einem Tropfen Meerwasser unter das Mikroskop gebracht wird, zeigt in Folge der raschen und anhaltenden Bewegungen der Chromatophoren, welche von der Form einer Kugel bis zu der eines Sternes wechseln, ein reizendes Bild.

Die in der Färbung der Haut eine so grosse Rolle spielenden Chromatophoren liegen in der Oberschicht der Haut (*c*, Fig. 398). Das Pigment, welches diese Zellen enthalten, ist in ihrem Protoplasma in Form feiner Granulationen zerstreut und meistens so zahlreich, dass es den runden Kern derselben verbirgt. Mit Hülfe des Compensoriums kann man ihn jedoch erblicken.

Die Zelle selbst (*B*, Fig. 399) wird durch eine höchst feine, elastische und sogar nach Coagulation in Alkohol so durchsichtige Membran begrenzt, dass es schwierig ist, sie zu erblicken. Auch wurde ihre Existenz von einigen Autoren bezweifelt, welche die Formveränderungen der Zelle den Bewegungen des Protoplasmas zuschrieben.

Wie man auf Schnitten deutlich sehen kann, ist die Zelle im Contractionszustande fast kreisrund, aber immer mehr oder weniger abgeplattet. Dieser Zustand entspricht einer sehr blassen Färbung des Thieres. Wenn die Zelle sich ausdehnt, wobei sie sich stark abplattet, nimmt sie im Gegentheil eine scheibenförmige, selten strahlige Form an und da ihr Pigment sich auf einer grösseren Fläche ausdehnen kann, erhalten die Tegumente eine dunklere Färbung.

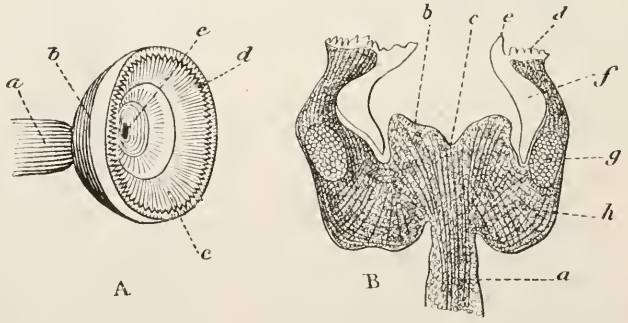
Die Bewegungen der Chromatophoren werden durch Muskelfasern hervorgerufen, welche in Bündeln von der Hüllmembran der Zelle ausstrahlen (*d*, Fig. 399). Indem sich diese Bündel um die Zelle herum in Fasern auflösen, welche sich mit den benachbarten Fasern verbinden, umgeben sie die Zelle wie mit einer Kapsel. Zwischen den Radialbündeln und längs ihrem Verlaufe bemerkt man Zellen und zerstreute Bindegewebekerne. An ihrer Basis unterscheidet man eine Serie von grossen, unmittelbar an die Hülle des Chromatophors angelagerten Zellen, die unter dem Namen „cellules basilaires“ (*c*) mit grosser Sorgfalt von P. Girod beschrieben worden sind. Dieser Autor, auf dessen Arbeit wir für die Einzelheiten zurückweisen, bemüht sich zu beweisen, dass die radiären Fasern Bindegewebefasern sind. Obgleich unsere Präparate uns nicht vom Gegentheil überzeugt haben, fahren wir mit der Mehrzahl der Histologen fort, sie als Muskelfasern zu betrachten. Wir wüssten in der That nicht, wie wir uns weder das ganze Spiel der Chromatophoren, noch den von Klemensiewicz so deutlich dargelegten Einfluss des centralen Nervensystems auf diese

Organe erklären sollten, wenn wir, wie P. Girod will, dem Protoplasma, sowie der Hülle der Basilarzellen und der Chromatophoren, eine eigenthümliche Thätigkeit zuschrieben. Dagegen verstehen wir sehr wohl, dass die letzten Fasern der zur Haut sich begebenden Mantelnerven den Radialmuskeln der Chromatophoren eine Reizung centralen Ursprungs übertragen können.

Die Chromatophoren liegen auf einer silberglänzenden Hautschicht, in welche zahlreiche, sehr dünne und fein gestreifte Flitterchen eingebettet sind, deren fein geriefelte Oberfläche durch Lichtbrechung regenbogenfarbige Erscheinungen erzeugt. Diese Flitter sind modificirte, leicht erkenntliche Bindegewebezellen, die einen sehr deutlichen Kern besitzen und unter dem Namen Iridocysten (*A*, Fig. 399) bekannt sind.

Saugnäpfe (Fig. 400). — Wir haben bereits erfahren, dass die Arme an ihrer inneren Fläche mit kelchförmigen Organen besetzt sind,

Fig. 400.



Sepia officinalis. — *A*, Ein unter der Loupe gezeichneter Saugnapf; *a*, Stiel; *b*, Näpfchen; *c*, Höhle des Saugnapfes; *d*, gezähnelter Rand; *e*, innerer Kolben. *B*, Senkrechter Schnitt durch einen Saugnapf; *a*, Stiel; *b*, muskulöser Kolben; *c*, centrale Vertiefung des Kolbens; *d*, Auszackungen des Randes; *e*, freier Hornrand des Saugnapfes; *f*, Hornring; *g*, Kreismuskel; *h*, auf den Kolben wirkende Muskelbündel.

die als Saugnäpfe fungiren. Zu ihrer näheren Untersuchung muss man Schnitte anfertigen, und um ihre Verbindungen mit den Armen darzulegen, ist es vortheilhaft, gehärtete Armstücke im Ganzen in Serien von Querschnitten zu zerlegen, welche die Saugnäpfe treffen.

Die Saugnäpfe, die an der Basis der Arme auf vier Reihen stehen, nehmen an Zahl und Grösse gegen das Ende des Armes hin ab. Sie besitzen die Form eines runden Napfes, der von einem im Centrum eingepflanzten Stiele getragen wird. Der freie, die Oeffnung des Saugnapfes begrenzende Rand ist fein gezähnelt und ruht auf einem hornigen Ring epithelialer Natur (*f*, Fig. 400, *B*).

Auf dem Boden der Höhle des Napfes erhebt sich ein rundlicher, in seinem Centrum etwas vertiefter Muskelwulst, der als Kolben der Saugpumpe dient und durch sein Spiel in dem Saugnapfe einen leeren Raum erzeugt, so dass derselbe dadurch sich fest an einen Körper anheften kann.

Um den hornigen Ring, welcher die innere Fläche des Saugnapfes auskleidet, zeigen sich zahlreiche Muskelbündel. An seiner Basis erkennen wir einen kreisförmigen Schliessmuskel (*g*, Fig. 400, *B*); ferner schiefe Seitenmuskeln, die gegen den in der Höhle hervortretenden Muskelwust sich hinziehen und zwischen welchen ein Centralbündel hervortritt, das sich im Grunde des Kelches inserirt und in die Längsmuskeln des Stieles fortsetzt. Endlich zeigen die Schnitte zwischen den Fasern dieses letzteren Bündels noch zahlreiche, einander kreuzende Fasern von Quermuskeln (*h*, Fig. 400, *B*).

Die Haut um die Saugnäpfe ist farblos und besitzt weder Chromatophoren noch Iridocysten. Die Oberhautschicht, welche eine Verlängerung der Oberhaut der Arme darstellt, ist nicht von Cylinderzellen, sondern von Pflasterzellen gebildet.

Jeder Saugnapf erhält ein aus dem Centralnerven des Armes herrührendes Nervenfädchen, welches den Stiel durchsetzt und am Einsetzungspunkte desselben an der Basis des Bechers eine kleine Anschwellung (Stielganglion) trägt, in welcher Nervenfasern ausschickende Zellen vorkommen. Zu jedem Saugnapf gehen ebenfalls zwei Blutgefässe, die von den das Centralnervensystem der Arme begleitenden Gefässen herrühren und die sich als ein Capillarnetz in den Wänden und im Kolben des Napfes verzweigen (vergl. für die Histologie der Saugnäpfe die Arbeiten von P. Girod und Niemiec).

Die an der ausgebreiteten Portion des Endes der langen Tentakelarme sitzenden Saugnäpfe unterscheiden sich von den vorhergehenden nur durch ihre bedeutendere Grösse. Man stösst jedoch auch an dieser Stelle auf einige winzige, zwischen den grossen zerstreute Saugnäpfchen.

Muskeln. — Wir können nicht in die Einzelheiten des Muskelsystems der Sepie eingehen. Bemerken wir nur, dass unterhalb der Haut und rings um die Körperhöhle eine Muskelmasse sich ausbreitet, welche den Körpersack bildet und in welche hier und da knorpelige Stützlamellen eingelagert sind; der Muskelsack ist auf der Bauchfläche bedeutend verdickt; er verdünnt sich, je mehr er zur Rückenfläche übergeht und fehlt gänzlich auf den beiden Flächen der Rückenschulpe, welche oben nur durch die Haut und gegen die Bauchhöhle hin nur durch eine sehr dünne Membran bedeckt ist.

Von dem Hinterende des Sackes gehen zwei grosse muskulöse Pfeiler aus, an welchen die Kiemen angeheftet sind. Sie spalten sich gabelförmig nach vorn, um die Pfeiler des Kopfes und des Trichters

zu bilden. Die Arme bestehen aus gewaltigen Bündeln von Quer-, Längs- und Kreismuskeln, deren Anordnung man auf Schnitten beobachten kann.

Knorpel. — Mantel und Körperwand sind an mehreren Orten durch Knorpelstücke gestützt, in welchen die mikroskopische Untersuchung sternartige Zellen zeigt (Fig. 402), welche zahlreich im Innern einer structurlosen durchsichtigen Masse zerstreut sind. So treffen wir z. B. in der Halsregion, vor der Schulpe, von der sogleich die Rede sein wird, ein dünnes, halbmondförmiges und etwas abgerundetes Knorpelblättchen, welches den Vordertheil der die Rückenschulpe des Thieres umhüllenden Hautscheide bildet. Solchen Blättchen begegnen wir ebenfalls in der unteren Wand des Kiemensackes, wo sie ganz besonders an dem Vorderrande entwickelt sind, welcher sich an die ebenfalls knorpelige Trichterbasis, im Momente der Ausstossung des Athemwassers, anlegt. Man trifft sie ferner an der Flossen-

Fig. 401. Fig. 402.

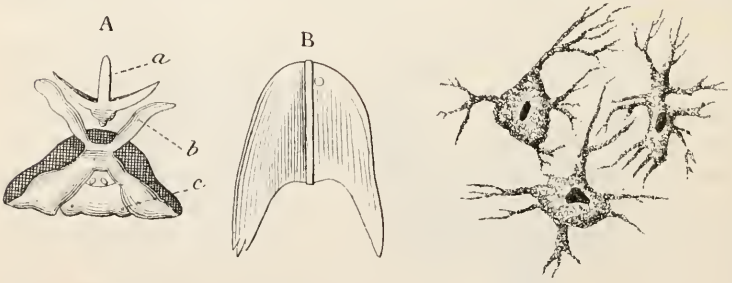


Fig. 401. — *Sepia officinalis.* *A*, Kopfknorpel; *a*, Knorpel der Basis der Arme; *b*, Verlängerungen des Kopfknorpels vor den Augen; *c*, Hörbläschen (nach Keferstein). *B*, Halsknorpel (nach Keferstein).

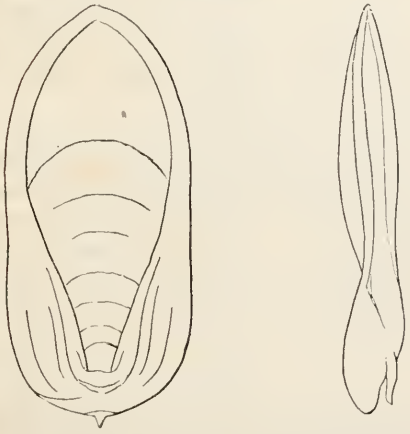
Fig. 402. — *Sepia officinalis.* Sternartige Zellen des Kopfknorpels. Leitz, Oc. 1, Obj. 7.

basis und auf ihrer ganzen Länge. Der Knorpel erreicht aber seine grösste Entwicklung um das Hirn. Der Kopfknorpel ist breiter als lang (*A*, Fig. 401) und trägt seitliche nach vorn bis um das Auge sich erstreckende Flügel (*b*). Dieser vorn und hinten durch eine Fasermembran geschlossene und von mehreren Oeffnungen zum Durchlass der Nerven durchlöcherte Knorpel nimmt an seiner Basis die beiden Hörbläschen (*c*) auf. Endlich machen wir auch noch auf einen unpaaren, halbkreisförmig unterhalb der Pharynxmasse quer liegenden Knorpel aufmerksam, dessen eingebuchteter Vorderrand Verlängerungen nach der Basis der Arme entsendet.

Rückenschulpe oder Sepion (Fig. 403). — Man nennt so eine Art von innerer kalkiger Schale, die sich in einem geschlossenen Sacke der Rückenwand befindet. Die Form dieser Schale ist

ellipsoidisch, ihre harte, gewölbte obere Fläche körnig, während die ebenfalls etwas gewölbte untere Fläche gewundene und parallele Streifen zeigt, die der Ausdruck der lamellaren Bildung der Schulpe sind; ihre Consistenz ist weich genug, um den Abdruck eines Fingernagels beizubehalten. Ferner endigt das Hinterende mit einer Spitze, Rostrum genannt, die von hornigen Schichten ausgeht. Die Ränder der Schulpe sind auf ihrem ganzen Umfange von einem hornigen Blättchen gebildet. Die hornige, die Grundlage des Knochens bildende Substanz (Conchyolin), welche nach Behandlung mit einer verdünnten Salzsäurelösung allein übrig bleibt, ist mit Kalksalzen, die dem Organ seine Festigkeit ertheilen, gesättigt. Bei jungen Thieren ist diese Schulpe ausschliesslich hornig, während sie bei erwachsenen Gas enthält, welches aus 97 Proc. Stickstoff und 2 bis 3 Proc. Sauerstoff besteht, was wahrscheinlich dazu beiträgt, das Thier in der normalen Stellung zu erhalten.

Fig. 403.



Sepia officinalis. — Knochen oder Schulpe der Sepie (Sepion). Links von der unteren Fläche gesehen; rechts im Profil. Halbe natürliche Grösse.

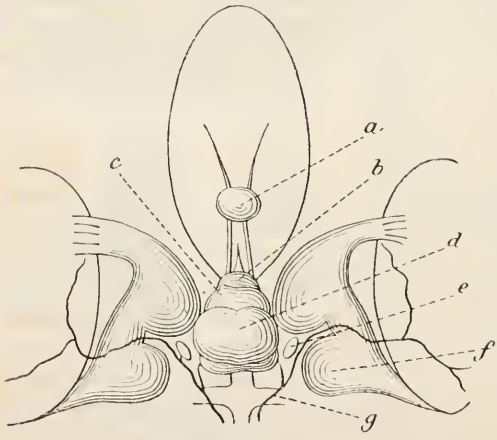
Nervensystem. — Das centrale Nervensystem der Sepie ist, wie es bei allen Cephalopoden der Fall ist, hauptsächlich durch eine ungemeine Concentration der Hirn-, Darm- und Fussganglien im Kopfe charakterisirt. Dieselben bilden in ihrer Vereinigung eine einzige, den Schlund wie ein Ring umgebende und vom Kopfknorpel geschützte Centralmasse, aus der in die verschiedenen Organe sich verzweigende und auf ihrem Verlauf Nebenganglien tragende Nerven ausgehen.

Die Zergliederung des Nervensystems ist ziemlich schwierig. Man muss mit grosser Sorgfalt vorgehen, um die Centralmasse ohne Verletzung zu entblössen und im Falle man beabsichtigt, sie von ihrer knorpeligen Umgebung zu befreien, ist es anzurathen, die die Hörkapseln enthaltenden hinteren Theile des Kopfknorpels zu schonen. Wir haben, um die Nervenursprünge zu verfolgen, mit gutem Erfolg die Theile in Salpetersäure zu 20 Proc. macerirt. Durch die Einwirkung dieser Säure erhalten die Nervenfasern eine gewisse Festigkeit, während die Muskeln brüchig werden. Um das Hirn zu härten, gebrauchten wir Chromsäure zu 1 pro 1000.

Nach Wegnahme des Knorpels erscheint das Hirn oder Oberschlundganglion (Fig. 404 und 405) als eine nach hinten abgerundete und nach vorn spitzig endigende Masse mit glatter Oberfläche. Das Hirn erzeugt am hinteren Theil einen dicken Nervenstamm, der sich beiderseits in den Sehnerven fortsetzt (*f*, Fig. 404). Seine Vorderregion ist durch eine Furche in zwei Querbändchen zertheilt.

Die Hirnmasse steht vorn vermittelst zweier Längscommissuren mit einem Oberpharynxganglion (*a*, Fig. 404 und 1, Fig. 405) in Verbindung, welches von Chéron aus verschiedenen Gründen, die hier auseinanderzusetzen zu weit führen würde, als ein Theil des Hirnganglions betrachtet wird. (Siehe die in der Literatur angegebene Monographie von Chéron.) Ausserdem hängt es mit der, unterhalb des Schlundes gelegenen Nervenmasse durch zwei Paare von seitlichen Commissuren zusammen.

Fig. 404.



Sepia officinalis. — Hirn von oben gesehen (nach Kowalewsky und Owsjannikow). *a*, Oberpharynxganglion; *b*, *c*, *d*, die drei Hirnlappen; *e*, Riechganglion; *f*, Sehganglion; *g*, Blutgefässe.

Das über dem Pharynx gelegene Ganglion entsendet Nerven, die sich zum Munde und zu den Lippen begeben, und communicirt mit dem Unterschlundganglion (*l*, Fig. 412) durch Commissuren, welche um den Schlundkopf herumlaufen. Die unter der Speiseröhre gelegene Nervenmasse ist grösser als die vorige und lässt drei, durch seichte Furchen getrennte Theile unterscheiden (Fig. 405).

Die hintere oder Eingeweideregion liegt auf der Höhe der Hörkapseln, ist nach hinten gewölbt und auf den Seiten durch eine gerade Linie begrenzt. Aus ihr entstehen vier Nervenpaare, von denen später die Rede sein wird.

Die bedeutendere Mittelregion liefert die zum Trichter sich begebenden Nerven und scheinbar auch die Hörnerven; wir können sie als dem Fussganglion der übrigen Mollusken homolog betrachten.

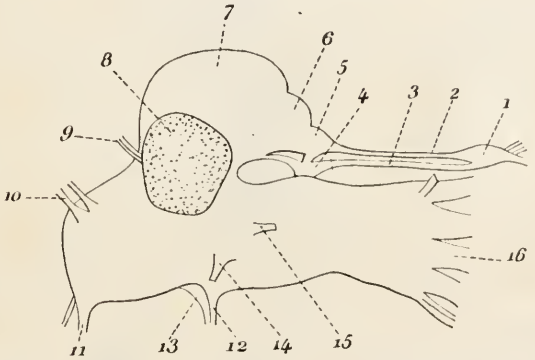
Diese Region setzt sich nach vorn durch eine Ganglienmasse fort, welche von Cuvier wegen ihrer, durch den Austritt der zahlreichen,

zu den Armen laufenden Nerven bedingten Form das Gänsefussganglion genannt wurde (16, Fig. 405); sie ragt vorn über den Kopfknorpel hervor und liegt auf der Fleischmasse der Basis der Arme. Das Ganglion ist durch eine Längsfurche in zwei Lappen getheilt; aus jedem dieser Lappen entspringen fünf zu den Armen der entsprechenden Seite sich erstreckende Nerven, und ausserdem noch zwei kleine in den Kopfmuskeln sich verlierende Nervenfädchen.

Wir werden kurz den Verlauf der vom Centralsystem ausgehenden Hauptnerven angeben:

Die ungewöhnlich dicken Sehnerven (Fig. 404 und 405) haben einen kurzen Verlauf, da die Augen in zwei seitlichen Vertiefungen des Kopfknorpels neben dem Hirne liegen. Die Sehnerven entstehen aus den Commissuren, welche das Hirn mit dem Eingeweideganglion

Fig. 405.



Sepia officinalis. — Centrale Nervenmasse, von der Seite gesehen (nach Chéron); 1, Oberpharynxganglion; 2, das Oberpharynxganglion mit dem mittleren Hirn verbindender Nervenstrang; 3, aus der Spaltung der ersten Commissur entstandener vorderer Strang; 4, diese Commissur; 5, vorderer Hirnlappen; 6, 7, mittlerer und hinterer Hirnlappen; 8, Durchschnitt des Sehnerven; 9, oberer Augennerv; 10, Mantelnerv mit seinem Nebennerven; 11, Eingeweidenerv; 12, vorderer Nerv des Trichters; 13, Nerv der grossen Vene; 14, Hörnerv; 15, unterer Augennerv; 16, vom Gänsefussganglion ausgehende und zu den Armen und zum Kopfe laufende Nerven.

verbinden. Nachdem die Sehnerven den Kopfknorpel durchsetzt haben, dringt ein jeder von ihnen in ein grosses Sehganglion ein (*f*, Fig. 404) und zwar in dem Niveau einer mittleren Furche, welche das Sehganglion in einen hinteren und vorderen Theil trennt. Aus der leicht concaven, äusseren Fläche des Sehganglions treten zahlreiche Nervenfädchen in den Augapfel ein, dessen Retina sie bilden (*o*, *p*, Fig. 407).

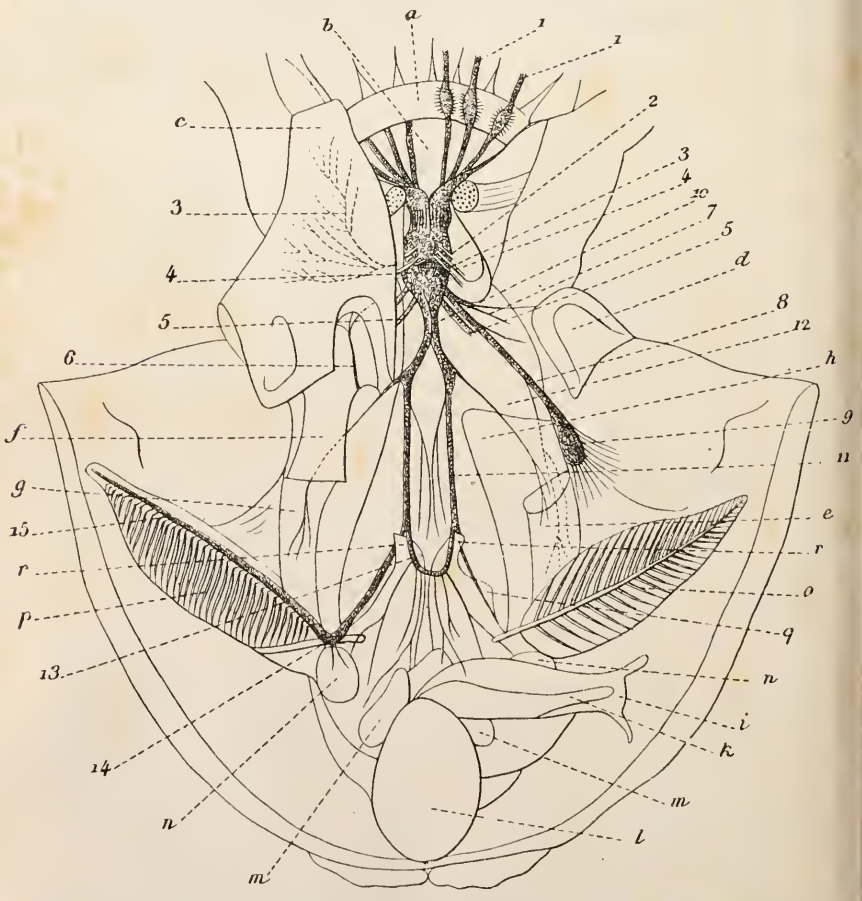
An der oberen Fläche des Sehganglions bemerkt man ein winziges, sphärisches, auf der Querfurche gelegenes Ganglion (*e*, Fig. 404), von welchem ein äusserst feines Nervenfädchen entspringt, das sich,

nachdem es den Knorpel durchbohrt hat, auf dem Grunde eines oberflächlichen, hinter dem Auge gelegenen Grübchens verzweigt. Dieses Nervenfädchen ist der Riechnerv.

Die Mund- und Lippennerven entstammen aus dem Vorderrande des Oberpharynxganglions (1, Fig. 405). Es sind dies sehr feine, längs der Speiseröhre sich erstreckende Nerven, die sich in den Muskeln des Mundes und in der durchscheinenden, den Mund umgebenden Membran verzweigen.

Die grossen Eingeweidenerven (10 und 11, Fig. 406) gehen von der Hinterfläche der Unterschlundmasse aus und sind an ihrem

Fig. 406.



Sepia officinalis. — Nervensystem von der Bauchseite gesehen (nach Chéron). Der Schädel ist weit geöffnet und der Schnabel entfernt worden, um die Nerven der zehn

Entstehungspunkte dermaassen an einander gedrängt, dass eine oberflächliche Untersuchung nur einen einzigen, nach hinten, längs der Leber laufenden Strang zeigt, welcher sich etwa beim Fünftel der Länge dieser Drüse spaltet. Etwas hinter ihrer Trennung entsenden diese zwei Nerven einen nach aussen laufenden Zweig, der sich ebenfalls gabelt, indem er einen Ast an die Kopfbasis und einen anderen stärkeren an den Muskelpfeiler des Trichters abgiebt.

Weitere mehr nach hinten aus den gleichen Nerven entspringende Zweige vertheilen sich im Rectum und im Tintenbeutel.

Der Hauptstamm eines jeden Eingeweidenervens verläuft längs den Rändern der grossen Vene oberhalb des Rectums und des Tintenbeutels und theilt sich sodann. Der äussere, aus dieser letzten Verzweigung entstehende Ast entsendet eine Serie feiner, schwer verfolgbarer Aestchen zu den Geschlechtsorganen, den Nierensäcken, sowie zur Kiemenbasis. Der sich zur Kieme begebende Zweig trägt auf der Höhe des Kiemenherzens ein Nebenganglion, das sogenannte Kiemenganglion (14, Fig. 406). Der innere Zweig (13, Fig. 406) bildet mit dem gleichnamigen Zweige der anderen Seite unterhalb eine der grossen Vene gelegene Schlinge. Von dem Bogen dieser Schlinge entstehen noch das Rectum und die Urogenitalorgane innervirende Zweige.

Die hinteren Trichternerven (5, 6, Fig. 406) entspringen unterhalb der Hinterregion der Unterschlundmasse. Sie laufen zuvor von vorn nach hinten, biegen aber dann nach aussen, umgehen die Basis des Kopfpfeilers und verästeln sich an der Trichterbasis.

Arme zu zeigen; drei derselben wurden blosgelegt, um das an der Basis stehende Ganglion und den die Nerven verbindenden Circularstrang hervortreten zu lassen. Die Hörkapseln mit dem unteren Theil des Kopfknorpels sind entfernt worden. Der Mantel ist auf der Medianlinie aufgeschlitzt und auf beiden Seiten zurückgelegt worden. Rectum und Tintenbeutel sind nach links und nach unten, der Trichter nach rechts zurückgeschlagen. Die linke Kieme ist in normaler Lage, die rechte aber zurückgeschlagen und die Blättchen nach hinten umgelegt, so dass die Kiemenarterie fast vollständig verdeckt ist. *a*, Basis der Arme; *b*, den Schnabel enthaltende Höhle; *c*, Trichter; *d*, linkes Käppchen des Trichters; *e*, linker Pfeiler des abgelösten Trichters; *f*, oberer Theil desselben nach rechts umgeschlagen; *g*, rechter Pfeiler des Kopfes und des Trichters; *h*, linker Kopfpfeiler; *i*, Rectum; *k*, Tintengang; *l*, Tintenbeutel; *m*, *m*, Nidamentaldrüsen; *n*, *n*, Kiemenherzen; *o*, linke Kieme in normaler Stellung; *p*, zergliederte rechte Kieme, um den Nerven zu zeigen; *q*, Geschlechtscanal; *r*, *r*, Harnöffnungen. 1, Armnerven; 2, Hörnerv; 3, vorderer Trichternerv; links ist er abgeschnitten worden, kann aber auf dem Trichter, wo er zahlreiche Fäserchen ausgiebt, verfolgt werden; der rechte Nerv erscheint nur an seinem Entstehungspunkte; 4, Nerven der grossen Vene; 5, kurz nach ihrem Austritt aus dem Schädel abgeschnittene hintere Trichternerven; 6, hinterer linker Trichternerv; 7, Nervus accessorius des linken Mantelnerven; 8, linker Mantelnerv; 9, sternförmiges Ganglion; 10, gemeinschaftlicher Stamm der Mantelnerven; 11, linker Eingeweidenerv; 12, zu den Pfeilern des Kopfes und des Trichters sich begebender Zweig; 13, grosse anastomotische Nervenschlinge; 14, Ganglion des Kiemenherzens; 15, ganglionäre Anschwellung des Kiemennervens.

Die Mantelnerven (8, Fig. 406) entspringen vor den vorigen, ebenfalls an der unteren Fläche der Untersehlundmasse. Nachdem sie die nach hinten die Kopfhöhle schliessende Fasermembran durchsetzt haben, kreuzen sie den Kopfpfeiler und theilen sich jeder in zwei Aeste von ungefähr gleicher Grösse. Der äussere Ast begiebt sich zu einem strahlenförmigen, auf der inneren Mantelfläche hervortretenden Ganglion, dem Sternganglion (9, Fig. 406), von dem mehrere Zweige ausstrahlen. Vom hinteren Winkel dieses Ganglions entspringt ein Ast, welcher sich mit dem inneren Zweige des Mantelnerven verbindet, der sich zur Basis der entsprechenden Flosse begiebt. Dieser Ast giebt nach vorn und nach hinten zahlreiche Zweige an die Flosse ab.

Die Nerven der grossen Vene (4, Fig. 406) stammen ebenfalls aus der unteren Fläche der Untersehlundmasse und erstrecken sich von vorn nach hinten, längs der Wände der Hohlvene.

Die Hörnerven (14, Fig. 405 und 2, Fig. 406) entstehen scheinbar aus der mittleren Portion der Untersehlundmasse; wir müssen aber hinzusetzen, dass wahrscheinlich die sie erzeugenden Fasern ihren wirklichen Entstehungspunkt im Hirn besitzen, nach einem allgemeinen, bei den Mollusken bestehenden Gesetze, wie dies von Lacaze-Duthiers nachgewiesen wurde. Wir haben jedoch keine specielle Untersuchung über diesen Punkt vorgenommen. Wie dem auch sei, so sehen wir diese Nerven den Kopfknorpel durchsetzen und sofort in die Hörkapsel eindringen, wo sie sich verzweigen (Fig. 409 und 410).

Die vor ihnen entspringenden vorderen Trichternerven (3, Fig. 406) theilen sich unmittelbar nach ihrem Ursprunge in vier Aeste, die nach Verzweigung in den Muskelwänden des Trichters, wie Chéron behauptet, mit ihren letzten Fädchen einen reichen Nervenplexus in diesem Organe bilden.

Die Armnerven (1, Fig. 406) entspringen aus dem hinteren Theile des Gänsefussganglions, welches nach vorn der Untersehlundmasse aufsitzt. Sie verlaufen auf der inneren Fläche der Muskelmasse, in welche der hornige Sehnabel eingepflanzt ist, und strahlen in die Axen der correspondirenden Arme aus. Am Eintrittspunkte in den Arm trägt jeder Nerv ein eiförmiges, mit den benachbarten Ganglien durch einen Quernerven verbundenes Ganglion, so dass in der fleischigen, durch das Zusammentreffen der Arme gebildeten Masse ein Nervenring gebildet wird, in welchen acht Ganglien eingereiht sind (*a*, Fig. 406).

Oberhalb dieser Ganglien setzen sich die Nerven bis zum Ende der Arme fort. Sie zeigen hier und da Ganglienanschwellungen, welche indessen bei Weitem nicht so deutlich hervortreten wie bei den Octopiden, wo sie wirkliche Knötchen darstellen. Hier sind die Ganglienzellen zum Theil um die Nerven zerstreut, denen sie gewissermaassen

als Scheide dienen. Jeder Nerv entsendet zahlreiche, die Saugnäpfe innervirende Aestchen.

Was nun die zu den beiden Fangarmen sich begebenden Nerven anbetrifft, so unterscheiden sie sich kaum von den vorigen. Nach ihrem Eintritt in den Arm platten sie sich ab, und werden an ihrem Ende, wo der Arm breiter wird, grösser. Auf ihrem Verlaufe giebt es keine wirkliche Ganglien, sondern nur den Nerven bedeckende Zellenhäufchen, von wo Zweige zu den benachbarten Theilen abgehen.

Unterpharynxganglion (*l*, Fig. 412). Wir müssen auch noch ein doppeltes, unterhalb des Pharynx am Entstehungspunkte der Speiseröhre befindliches Ganglion erwähnen, welches diese zwei Organe mit Nerven versorgt. Einer dieser Nerven kann bis zu einem an der Grenze des Magens und Blinddarms in der Nähe des Rectums befindlichen Magenganglion verfolgt werden, welches Aeste an diese genannten Organe abgiebt (*o*, Fig. 415).

Sinnesorgane. — Die niederen Sinne: Geschmack, Geruch und Tastsinn, werden, wie bei den Gasteropoden, durch specielle Zellen vertreten, die zwischen die Epidermiszellen eingeschaltet sind und mit empfindenden Nervenfädchen der Haut in Verbindung stehen. Ihre histologische Untersuchung ist jedoch sehr unvollständig und erheischt weitere Forschungen. Das Thier ist auf der ganzen Oberfläche seines Körpers empfindlich, seine Lebensweise beweist aber, dass der eigentliche Tastsinn besonders auf den Armen und Saugnäpfen localisirt ist. An diesen Orten wird man Stäbchenzellen, ähnlich den von Flemming bei den Gasteropoden vorgefundenen Zellen, suchen müssen. In seiner Arbeit über die Saugnäpfe hat P. Girod seltene Zellen beschrieben, die einen eiförmigen Kern haben, stabförmige Verlängerungen tragen und wahrscheinlich zu dem Tastsinne in Beziehung stehen. Wir wiederholen aber, dass neue Forschungen in dieser Hinsicht erforderlich sind.

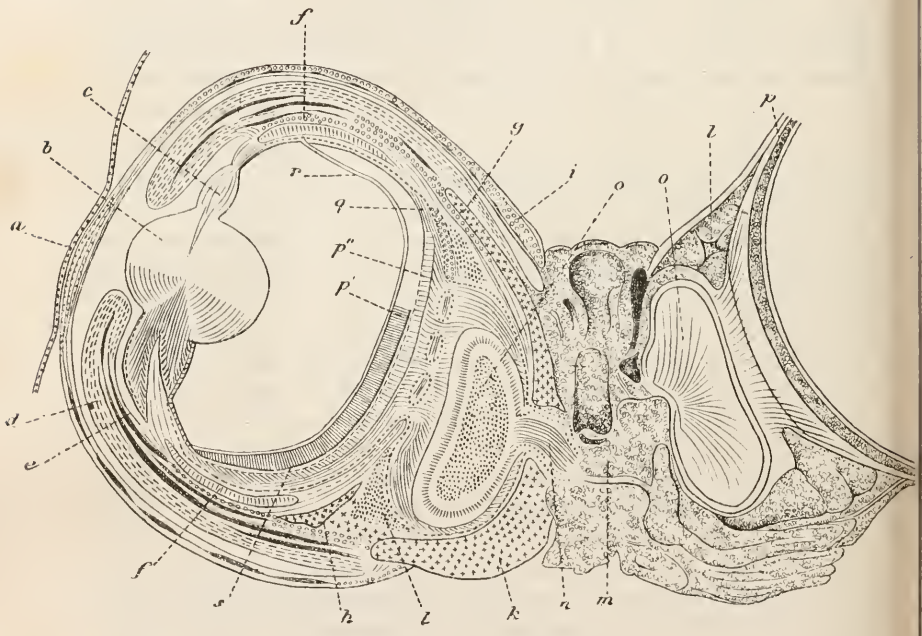
In der Mundhöhle und vor der Radula befindet sich eine kleine von Papillen bedeckte Erhöhung, die vielleicht der Sitz des Geschmackes ist (*i*, Fig. 412). Doch liegen keine Beweise dieser Annahme vor.

Geruchssinn. — Auf dem Sehganglion liegt, wie wir sahen, ein kleines Nervenknötchen, aus welchem ein feines Nervenfädchen entspringt, das sich hinter das Auge begiebt und im Grunde eines 2 bis 3 mm langen Säckchens verzweigt, das aus einer Invagination der Tegumente hervorgegangen ist und eine spaltförmige Oeffnung hat. Das Innere dieses Sackes ist mit grossen cylindrischen Wimperzellen ausgekleidet, zwischen welche keulenförmige Sinneszellen mit grossen Kernen eingestreut sind, deren gegen die Höhlung gewendetes Ende ein starres Stäbchen trägt, während das entgegengesetzte Aestchen vom oben erwähnten Nerven empfängt. Zernoff hat sie als Riechzellen beschrieben; sie haben in der That eine grosse Aehnlichkeit

mit den Riechzellen der höheren Thiere. Man wird sie nach Fixirung in Osmiumsäure untersuchen.

Das Auge der Sepie gleicht, wie dasjenige aller Cephalopoden, durch die Complication der Structur demjenigen der Wirbelthiere. Jedoch weicht es in mehreren Hauptpunkten davon ab. Das Auge ist gross und wird auf beiden Seiten des Kopfes durch eine abgerundete Vertiefung des Kopfknorpels, die ihm eine Augenhöhle bildet, umschlossen; dieselbe ist innerlich von einer nach vorn, wo sie durchsichtig wird, sich biegenden Membran bekleidet, welche auf diese Weise eine falsche Hornhaut vor dem Auge darstellt (*a*, Fig. 407). Wir

Fig. 407.



Sepia officinalis. — Zwei und einhalb Mal vergrösserter horizontaler Durchschnitt des Auges (nach Hensen). *a*, Hornhaut; *b*, Linse; *c*, Ciliarfortsätze; *d*, Silbermembran; *e*, Irisknorpel; *f*, Knorpel der Sclerotica; *g*, Trochlearknorpel; *h*, hufeisenförmiger Knorpel; *i*, Kapsel; *k*, Knorpel der Augenhöhle; *l*, weisser Körper; *m*, Hirn; *n*, Sehnerv; *o*, Sehganglion; *p*, Retina; *p'*, innere Schicht der Retina; *p''* äussere Schicht der Retina; *q*, Grenzmembran; *r*, homogene Membran.

werden sogleich sehen, dass eine wirkliche Hornhaut, das heisst eine Fortsetzung der Sclerotica, wie sie bei den Wirbelthieren existirt, sich hier nicht vorfindet.

Um die zwischen den verschiedenen Hüllen des Auges bestehenden Beziehungen nachzuweisen, muss man zur Methode der Schnitte greifen,

wofür es vortheilhafter ist, junge Thiere zu wählen, deren zwei Augen sammt dem Kopfknorpel während 24 Stunden in Pikrin-Schwefelsäure fixirt werden, um nachher das Ganze vermittelst des gewöhnlichen Verfahrens in Paraffin einzuschliessen. Ein etwas verlängerter Aufenthalt in geschmolzenem Paraffin ist nothwendig, um das Eindringen in die Augenhöhle zu sichern. Für die Beobachtung der Retina an frischen Augen wird man sich der Osmiumsäure bedienen.

Die falsche, an die das Auge der Schlangen bedeckende Haut erinnernde Hornhaut ist vorn von einem kleinen Loch durchbohrt, durch welches das Wasser in die Augenkammer eindringen, die Krystalllinse benetzen und so den *humor aqueus* ersetzen kann.

In der durch diese Membran begrenzten Höhlung befindet sich der eigentliche Augapfel, welcher die Form eines nach vorn weit geöffneten Bechers besitzt, dessen fibröse Wände durch knorpelige Lamellen gestützt sind (*g*, *h*, Fig. 407). Die Wand dieses Bechers biegt sich nach vorn um und bildet so eine Iris mit weit geöffneter Pupille. Die Iris trägt an ihrem Oberrande einen häutigen Vorsprung, der in der Weise ausgeschnitten ist, dass die Pupille, von vorn betrachtet, die Form eines W zeigt.

Die Sclerotica, wenn man so die Wand des Augapfels nennen kann, ist dick; sie enthält knorpelige Lamellen (*f*, Fig. 407) und ist äusserlich durch eine doppelte, wegen ihres glänzenden Schimmers als Silberschicht bezeichnete Pigmentschicht bedeckt, welche die Iris nach vorn bekleidet und ihr eine eigene Färbung ertheilt. Man unterscheidet eine äussere und eine innere Silberschicht (*d*, Fig. 407).

Die, wie wir soeben gesehen haben, durch den zurückgebogenen Vorderrand der Sclerotica gebildete Iris enthält Muskelfasern, welche die Pupille erweitern und verengern können. Jedoch sind diese Bewegungen durch sehr dünne, bis in die Iriswand sich erstreckende Knorpellamellen beschränkt (*e*, Fig. 407).

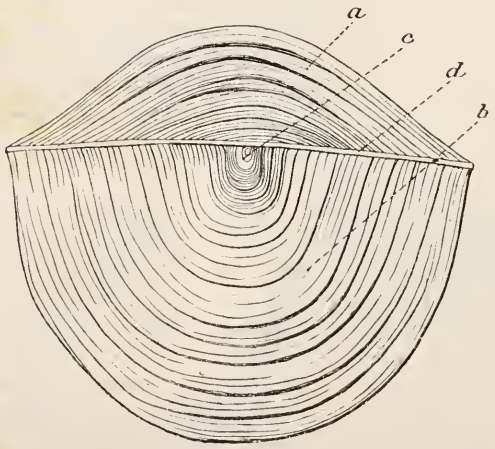
Hinter der Iris liegt eine grosse, fast kugelige Krystalllinse (*b*), deren vordere Hemisphäre, wenigstens bei todten Individuen, durch die Pupille hervorsteht. Dieser durchsichtige Körper ist von zwei planconvexen Linsen gebildet, von denen die hintere gewölbter ist als die vordere (Fig. 408 a. f. S.).

Die ebenen Flächen, womit diese Halblinsen aneinander stossen, lassen sich leicht trennen, da eine feine hyaline Membran, eine Verlängerung der Ciliarfortsätze, sich zwischen ihnen hinzieht. Das Studium der Entwicklung des Auges bei den Cephalopoden hat bewiesen, dass diese zwei Halblinsen einen verschiedenen Ursprung haben; die hintere allein könnte mit der Krystalllinse der Wirbelthiere verglichen werden. Nur sie in der That besitzt einen Kern (*c*, Fig. 408), um welchen Lamellen übereinander liegen, deren histologische Structur von Hensen genau beschrieben worden ist (s. Literatur).

Der Berührungsplan dieser zwei Linsen wird auf dem Meridian der Krystalllinse durch eine ziemlich tiefe Furche angegeben, in welche die Ciliarfortsätze (*c*, Fig. 407), die mit ihrem peripherischen Ende an die Iris stossen und eine gewisse Accommodation der Krystalllinse ermöglichen, sich einfügen. Wie bei den Wirbelthieren sind sie musculös und enthalten, wie Langer und Hensen nachgewiesen haben, zahlreiche Capillargefässe.

Die Krystalllinse ist mit ihrer Hinterfläche in eine Vertiefung des Glaskörpers eingesenkt, welcher die grosse Kammer des Auges einnimmt. Dieser lichtbrechende, gallertartige Körper wird durch eine äussert feine, aber feste Glashaut umzogen (*r*, Fig. 407).

Fig. 408.



Sepia officinalis. — Sagittaler Durchschnitt der Krystalllinse. *a*, vordere Halblinse; *b*, hintere Halblinse; *c*, Kern dieser letzteren; *d*, Scheidemembran.

Der Grund des Augenbechers ist von der Retina ausgekleidet, deren Structur sehr complicirt ist. Sie wird grossentheils durch die Entfaltung der zahlreichen Nervenfasern gebildet, welche aus der äusseren Fläche des Sehganglions entspringen und die Sclerotica mittelst zahlreicher kleiner Löcher durchsetzen.

Die Retina ist durch eine pigmentirte Choroidealschicht (*s*) in zwei Blätter, die innere und die äussere Retina (*p'* und *p''*, Fig. 407), getheilt. Nach Hensen ist die innere epithelialer, die äussere bindegewebiger Natur; beide lassen sieben Schichten unterscheiden, in welchen verschiedene Elemente sich vorfinden. Die innerste, vom Glaskörper durch eine feine Glasmembran getrennte Schicht wird durch nebeneinander gestellte Prismenstäbchen gebildet; die äusserste oder Nervenschicht enthält verschiedene Nervenelemente, welche Fortsätze in die benachbarten Schichten senden. Die Retina besitzt ein reiches Capillarnetz, von dem Schöbl sehr schöne Zeichnungen gegeben hat (s. Literatur).

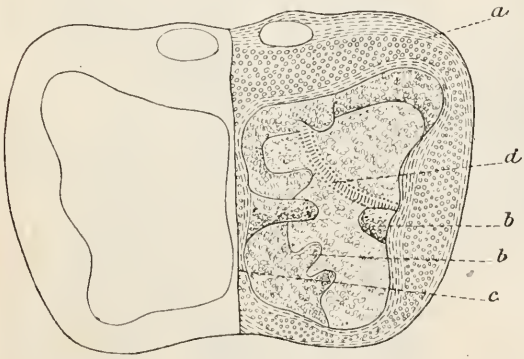
Das sind die Haupttheile des Auges. Als Nebenorgane können wir Falten der seitlichen Kopfhaut erwähnen, die gewissermaassen Augenlider bilden, welche die falsche Hornhaut gänzlich bedecken können. Das untere Augenlid ist weit mehr entwickelt.

Zwischen der inneren Fläche der Augenhöhle und dem Augapfel giebt es eine weissliche oder gelbliche Masse, welche die obere und untere Fläche des Augapfels und das grosse Sehganglion umgiebt und von den Autoren als weisser Körper bezeichnet worden ist. Obgleich sie drüsenartig aussieht, lässt die mikroskopische Untersuchung darin doch nur fetthaltiges Gewebe finden. Diese Masse ist einfach ein Kisschen, worauf das Sehorgan ruht.

Endlich setzen sich auf der Aussenfläche der Augenkapsel Muskelbündel an, welche jedoch nur beschränkte Bewegungen des Sehorgans in horizontaler und senkrechter Richtung vermitteln.

Hörbläschen. — Unmittelbar unter der Unterschlundnervenmasse bemerkt man zwei sphärische, in dem hier verhältnissmässig sehr dicken Kopfknorpel ausgegrabene Höhlungen. Es sind dies die Hörkapseln. Ihre inneren Wände sind nicht glatt, sondern mit ungleichmässigen und auf Schnitten schon mit nacktem Auge sichtbaren Erhöhungen (*b*, *b*, Fig. 409) versehen. Die Höhle ist mit einer Flüssigkeit (Endolymphe) erfüllt, welche zuweilen Kalkkörperchen enthält und den kugelförmigen Otolithen (*d*, Fig. 410 a. f. S.) einschliesst. Da wir nicht die Gelegenheit hatten, die histologische Structur dieses Organs auf frischen Thieren, was durchaus nothwendig ist, zu studiren, werden wir die von Owsjannikow und Kowalewsky darüber veröffentlichte Beschreibung kurz zusammenfassen, die hauptsächlich auf Schnitten fusst.

Fig. 409.



Sepia officinalis. — Querschnitt des Kopfknorpels auf der Höhe der Hörkapseln (nach Kowalewsky und Owsjannikow). Da dieselben symmetrisch sind, haben wir nur die rechte ausgeführt. *a*, Knorpel; *b*, *b*, Vorsprünge; *c*, Scheidewand zwischen den beiden Hörbläschen; *d*, Gehörleiste, in welcher ein Zweig des Hörnerven endigt.

Die zwei symmetrisch gelagerten Hörbläschen sind durch eine dünne Knorpelmasse von einander getrennt (Fig. 409 und *c*, Fig. 410). Die Höhle wird von einem pflasterförmigen Endothelium ausgekleidet und die inneren Vorsprünge würden nach den oben genannten Autoren rudimentäre, halbkreisförmige Canäle vorzeichnen.

Die Haupttheile des Hörorgans bestehen aus einer Gehörleiste und einer Gehörplatte, auf welchen der Hörnerv endet.

Die ovale Gehörplatte liegt an der oberen Kapselwand an einem Punkte, wo das pflasterförmige Endothelium durch grosse cylindrische, einen lichtbrechenden Kern (*a*, *b*, Fig. 411) besitzende und auf ihrer freien Fläche Wimpern tragende Zellen ersetzt wird. An die Basis dieser Zellen treten äusserst zarte Fäserchen des Hörnerven heran, und es ist nicht selten, in ihrer Umgebung Kalkkrystalle zu finden.

Fig. 410.

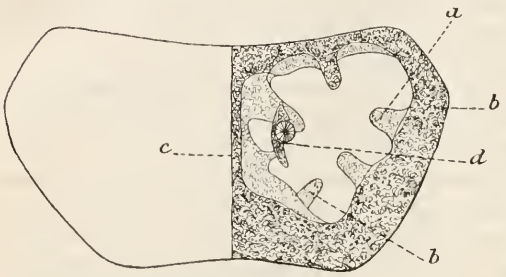
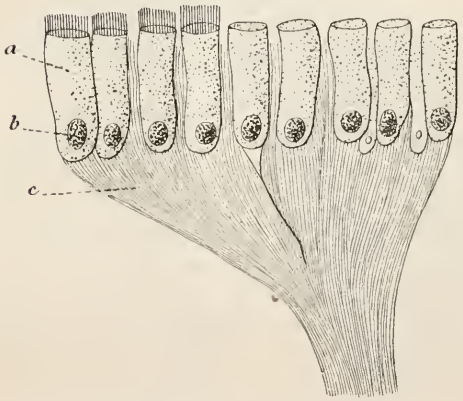


Fig. 411.



Die Gehörleiste ist im Gegentheil an der unteren Fläche des Hörbläschens gelegen; sie ist halbkreisförmig gekrümmt (*d*, Fig. 409) und trägt längs ihrer Medianlinie eine Reihe grosser, mit kurzen Wimpern bedeckter Zellen, welche durch eine Zwischensubstanz getrennt sind und deren Basis Verlängerungen trägt, die sich in die Zweige eines zweiten Astes des Hörnerven fortsetzen.

In der hinteren Wand der beiden Hörbläschen bemerkt man ein feines, den Knorpel durchsetzendes, bewimpertes Canälchen.

Der runde Otolith besitzt eine ausgehöhlte untere Fläche und eine gewölbte Oberfläche mit strahligen Streifen.

Fig. 410. — *Sepia officinalis.* — Querschnitt des Hörbläschens durch die Mitte (nach Kowalewsky und Owsjannikow). *a*, Vorsprünge; *b*, Knorpel; *c*, Scheidewand zwischen den beiden Hörbläschen; *d*, Otolith.

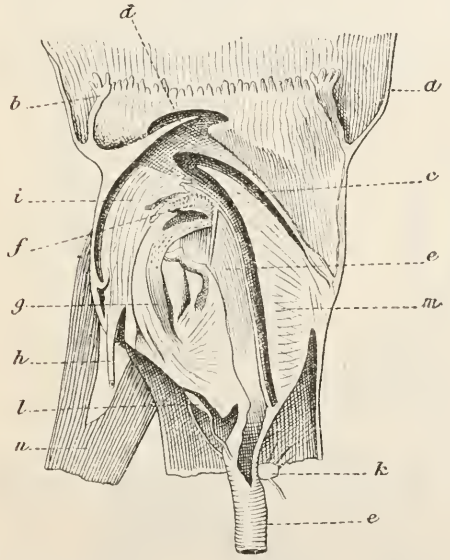
Fig. 411. — *Sepia officinalis.* — Cylinderzellen des Epitheliums der Gehörplatte (nach Kowalewsky und Owsjannikow) *a*, Zellenkörper; *b*, Kern; *c*, Bündel der Nervenendigungen.

Verdauungscanal. — Man präparirt den Darm unter Wasser. Um die Verbindungen des Rectums mit der Wand des Kiemensackes und seine Mündung in dessen Höhle zu schonen, ist es vortheilhafter, von der Rückenfläche auszugehen.

Der inmitten des Armkranzes am Vorderende des Körpers gelegene Mund ist von einer welligen Hautfalte und einer kreisförmigen Lippe (*b*, Fig. 412) umzogen, welche mit Papillen besetzt ist, von denen einige leichte Einsenkungen auf ihrer Spitze tragen, die an kleine Saugnäpfchen erinnern. Inmitten dieser Lippe ragen die hornigen Kiefer nach aussen hervor.

Der Mund führt in eine Höhle mit dicken Wänden, die innerlich der Länge nach gefaltet sind. Von aussen betrachtet, zeigt die Mundmasse eine rundliche Form (*b*, Fig. 415); sie ist durch einen peritonealen Einschlag bedeckt und mit den Körperwänden, sowie mit dem Knopfknorpel durch Muskelbänder (*n*, Fig. 412) verbunden. Um ihre innere Anordnung zu untersuchen, durchschneiden wir sie der Länge nach, nach einem dorso-ventralen Plan (Fig. 412). Man unterscheidet eine kleine, an ihrer gelblichen Farbe erkenntliche, an der inneren ventralen Fläche vorspringende Erhöhung (*f*, Fig. 412), auf welcher die Radula aufliegt. Dieselbe lässt sich leicht entfernen; sie besteht aus fünf Mittelreihen kleiner conischer Zähne und beiderseits aus einer Reihe von Hakenzähnen (Fig. 414 a. f. S.). Um die Radula zu präpariren, wäscht man sie in einer warmen Lösung von Aetzkali, welches alle Muskeln und bindegewebigen Theile zerstört, die hornige Substanz aber nicht angreift. Die Radula ruht auf einem Muskelkissen, das ihr beim Kauen eine drehende Bewegung giebt. Unmittelbar vor ihr befindet sich die schon erwähnte, mit Papillen bedeckte Vertiefung, in der einige Autoren den Geschmacksssinn localisirt haben.

Fig. 412.



Sepia officinalis. — Sagittalschnitt durch die Mundmasse (nach Keferstein). *a*, Peristomhaut; *b*, Kreislippe; *c*, Oberkiefer; *d*, Unterkiefer; *e*, Speiseröhre; *f*, Radula; *g*, Radulascheide; *h*, Speichelgang; *i*, Geschmackspapille; *k*, Oberpharynxganglion; *l*, Unterpharynxganglion; *m*, Kaumuskeln; *n*, Rückziehmuskeln der Mundmasse.

In die Verdickung der Mundhöhlenwände sind die hornigen Kiefer eingepflanzt, der eine auf der Bauchseite, der andere auf der Rückenseite. Ein jeder ist innerlich ausgehöhlt und zeigt eine nach

innen gekrümmte und spitzig endigende Kante und zwei breite Seitenflügel (Fig. 413), an welche sich die Bewegungsmuskeln ansetzen. Der bauchständige Unterkiefer (*a*) ist der breiteste, er umfasst den Oberkiefer (*B*) und seine Spitze tritt über denselben hervor. Das Aussehen der vereinigten Kiefer gleicht einem Papageischnabel.

Vom Grunde der Mundhöhle geht die Speiseröhre (*d*, Fig. 415) aus, ein langes cylindrisches, ungefähr den gleichen Durchmesser auf ihrem ganzen Verlaufe beibehaltendes Rohr, dessen innere Wände der Länge nach gefaltet sind. Sie besitzt keinen Blindsack, wie er bei vielen anderen Cephalopoden vorkommt. Ungefähr im zweiten Drittel der Körperlänge erweitert sie sich plötzlich in einen weiten Sack, den dickwandigen Magen, der (*i*, Fig. 415) nach hinten gewölbt und auf der linken Seite des Tintenbeutels (*n*, Fig. 415) gelegen ist. An diesem Punkte biegt sich der Darm nach vorn, indem er einen Winkel bildet, auf dessen gewölbtem Rande ein zweiter Sack, etwas kleiner als der Magen, sich befindet, der in den Pylorus mündet. Dieser Pförtner-

Fig. 413.

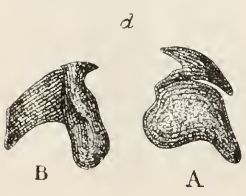


Fig. 414.

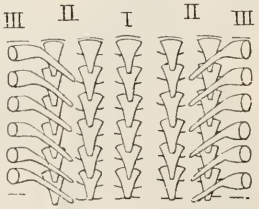


Fig. 413. — *Sepia officinalis.* — Die Hornkiefer von der Seite gesehen. *A*, Unterkiefer; *B*, Oberkiefer.

Fig. 414. — *Sepia officinalis.* — Die Anordnung der Zähne zeigender Theil der Radula.

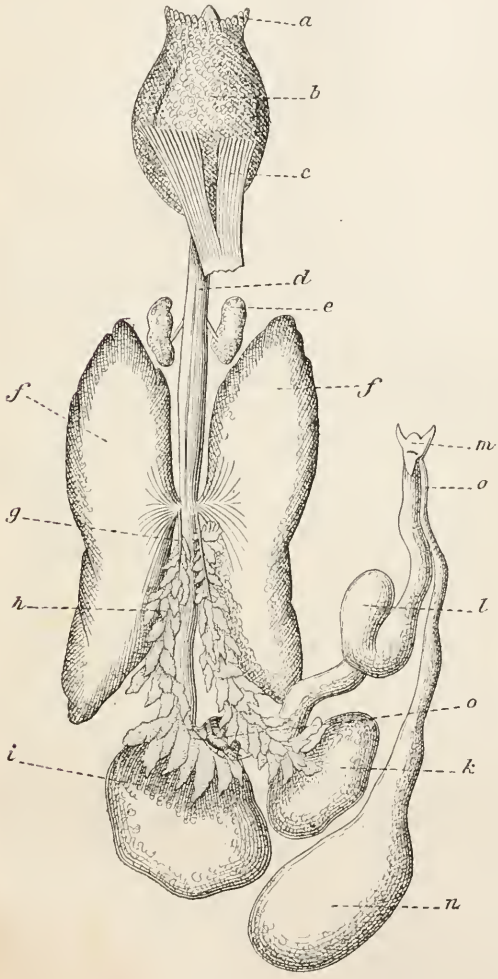
sack (*k*, Fig. 415) ist dem spiralförmigen Blindsacke der Octopiden homolog und seine Function ist uns gerade so unbekannt, wie diejenige des letztgenannten. Wie wir bald sehen werden, fliesst das Absonderungsproduct der Verdauungsdrüse in diesen Pförtnersack.

Vom Pförtner aus verengt sich der ziemlich kurze Darm und nach einer Windung um sich selbst (*l*) läuft er parallel dem Ausscheidungscanal des Tintenbeutels, längs der Rückenwand des Kiemensackes, auf dessen Medianlinie er mit einer Afteröffnung mündet (*m*), welche durch zwei kleine flügelförmige Hautverlängerungen begrenzt ist. Etwas unterhalb des Afters mündet der Tintenbeutel in das Rectum.

Die Structur des Darmrohres ist die gleiche auf der ganzen Länge. Nirgends trifft man Drüsen auf seinen Wänden, so dass die Verdauung nur vermittelst der von den Nebendrüsen gelieferten Flüssigkeiten sich bewerkstelligt. Aeusserlich sind die Wände von einer peritonealen Lamelle bedeckt, unterhalb welcher eine Schicht von circulären und

eine zweite von Längsmuskelfasern liegt; die innere Fläche bekleidet ein Cylinderendothelium, welches von einem homogenen Häutchen, ähnlich demjenigen, welches wir bereits bei den Gasteropoden beschrieben haben, überzogen ist. Dieses Häutchen verdickt sich ungemein im Magen, wo das Epithelium eine hornige Consistenz erwirbt, so dass dieses Organ auch als Kropf bezeichnet wurde.

Fig. 415.



Sepia officinalis. — Isolirter Darm. *a*, Mundmasse; *b*, Pharynx; *c*, Muskeln; *d*, Speiseröhre; *e*, Speicheldrüsen; *f*, Leberlappen; *g*, ihre Ausführungsgänge; *h*, pankreatische Anhänge; *i*, Magen; *k*, Pförtnersack; *l*, Darmschlinge; *m*, After; *n*, Tintenbeutel; *o*, Magenganglion.

Speicheldrüsen. — Es sind dies zwei kleine weissliche, an dem Vorderrand der Leberlappen und unmittelbar hinter dem Kopfknorpel gelegene Drüsen (*e*, Fig. 415). Sie besitzen eine rundliche Form und sind etwas nach innen gewölbt, am Orte, wo von einer jeden ein feines weissliches Canälchen ausgeht. Diese Ausführungscanälchen vereinigen sich auf der Medianlinie der Speiseröhre in einen einzigen Canal, welcher den Kopfknorpel durchsetzt und auf der Rückenfläche der Mundmasse oberhalb der Radula ausmündet.

Die Structur dieser Drüsen nähert sie den entsprechenden Organen der Gasteropoden. Sie scheinen ebenso wenig als diese irgend einen Einfluss auf die Verdauung zu üben. Deshalb schlägt Krukenberg mit Recht vor, sie Pharynxschleimdrüsen

zu nennen, was immerhin richtiger wäre, als der bis jetzt von allen Autoren gebrauchte Name.

Verdauungsdrüse. — Diese grosse, meist Leber genannte Drüse nimmt den grössten Platz im Vordertheile der Körperhöhle ein. Sie ist in zwei Seitenlappen getheilt (*f*, Fig. 415), welche unter ihrer gemeinsamen, sehr feinen Fasernhülle auf der Rückenfläche der Speiseröhre mit einander verschmelzen, aber durch eine tiefe Längsfurche auf der Bauchfläche fast getrennt sind. Auf den Rändern dieser beiden Lappen erscheinen hier und da Einkerbungen, die indessen keiner Zertheilung in Läppchen entsprechen.

Das Vorderende der Leberlappen stösst an die Speicheldrüsen an, während sie sich nach hinten bis zum Magen erstrecken. Der hintere Innenrand ist von den Pankreasanhängen bedeckt (*h*, Fig. 415). An der inneren Fläche jedes dieser Lappen entspringt ein Ausführungsgang, welcher auf der Medianlinie des Körpers der Speiseröhre parallel läuft, um in das Verdauungsrohr an dem Punkte, wo Magen, Pförtnersack und der eigentliche Darm zusammenstossen, einzumünden, so dass die stets säuerliche Flüssigkeit in die Höhle dieser drei Organe sich ergiessen kann; die Verdauung findet jedoch nur im Magen, wo schliesslich aller Verdauungssaft einströmt, statt. Der nach rechts gelegene Canal umgeht die Pförtnerregion des Darms, kehrt dann zum linken zurück und schmilzt mit ihm in der Nähe ihrer gemeinschaftlichen Oeffnung zusammen.

Wir wollen keineswegs in die Beschreibung der histologischen Structur der Verdauungsdrüse, was zu viel Platz erfordern würde, eingehen. Wir begnügen uns zu erwähnen, dass die zarte Innenwand der Drüsenläppchen von Zellen überzogen ist, die im Ganzen eine gewisse Aehnlichkeit mit denen der Leber bei der Weinbergschnecke haben. Diese Zellen fallen mit den in ihrem Inneren angehäuften Secretionsstoffen in die Höhle der Läppchen und werden durch die in grössere Stämme sich sammelnden Canälchen schliesslich in den erwähnten Sammelcanal und in den Darm übergeführt. Zu den Fermentzellen gesellen sich Zellen, deren Protoplasma mit grossen Fetttröpfchen gefüllt ist, die man bei Zerzupfung der Drüse in grosser Anzahl frei vorfindet.

Pankreatische Anhänge. — Auf ihrem Wege zum Pförtnersack durchsetzen die ausführenden Canälchen der Verdauungsdrüse die Höhle der Nierensäcke und sind auf ihrem ganzen Verlaufe mit schwammigen, frei in diese Höhle hängenden Anhängseln bekleidet. Diese bräunlichen Anhängsel finden sich sogar noch auf dem Pförtnersack vor. Sie sind aus zahlreichen, unregelmässig gefranzten Blasen (*h*, Fig. 415) von verschiedener Grösse zusammengesetzt, deren Höhlen mit denjenigen der benachbarten Blasen communiciren und schliesslich durch viele Oeffnungen in den Lebercanal münden. Ferner sind ihre Wände von Blut getränkt, welches durch zwei Aestchen der Kopfaorta zugeführt wird, die nach Vigelius ein Capillarnetz bilden. Im Inneren

finden sich grosse Drüsenzellen, deren Protoplasma einen grossen runden Kern nebst lichtbrechenden Körnchen enthält. Wenn die Zellen ihre vollständige Entwicklung erreicht haben, so platzt ihre Wand und lässt den Inhalt in die Blasenhöhle und von da in den Ausscheidungscanal der Verdauungsdrüse fallen, wo er sich mit dem Verdauungssaft mischt. Nach aussen ist die Wand der Blasen von einem einfachen, nicht drüsenartigen Epithelium überzogen. Das Capillarnetz entwickelt sich zwischen den beiden Zellenschichten.

Für uns giebt es keine genügende Gründe, um diese Anhängsel hinsichtlich ihrer Function dem Pankreas der höheren Thiere analog zu erklären. Bourquelot fand darin, sowie in der Leber, eine Art thierischer Diastase, welche in ähnlicher Weise, wie das Ferment des Speichels der höheren Thiere, das Stärkemehl in Zucker umwandelt. Was die histologischen Einzelheiten anbetrifft, verweisen wir auf die sehr vollständige Arbeit von Vigelius (s. Literatur).

Gefässsystem. — Das arterielle Blut der Sepie ist bläulich. Diese um so lebhaftere Farbe, je mehr Sauerstoff das Blut enthält, ist an das Serum gebunden. Sie gestattet, bei einer geöffneten lebenden Sepie den Verlauf der grossen arteriellen Zweige zu verfolgen. Das Serum enthält unregelmässig gestaltete, im ganzen Körper circulirende weisse Blutkügelchen, die sich besonders reichlich in der Nähe der Venenherzen vorfinden. Man wird sie mit Osmiumsäure fixiren.

Die arteriellen Aestchen sind beinahe in allen Organen mit den letzten Verzweigungen der Venen durch ein mehr oder weniger feines Capillarnetz verbunden. Wir werden jedoch bald erfahren, dass in gewissen Gegenden, z. B. um den Kopf herum, wie bei allen anderen Mollusken, Hohlräume existiren. Bei der Sepie sind diese auf die Kopfregion beschränkten Sinusse bedeutend kleiner als bei Octopus, wo das Blut in der Körperhöhle circulirt, die demnach ebenso zum Lacunensystem gehört, wie bei der Weinbergschnecke.

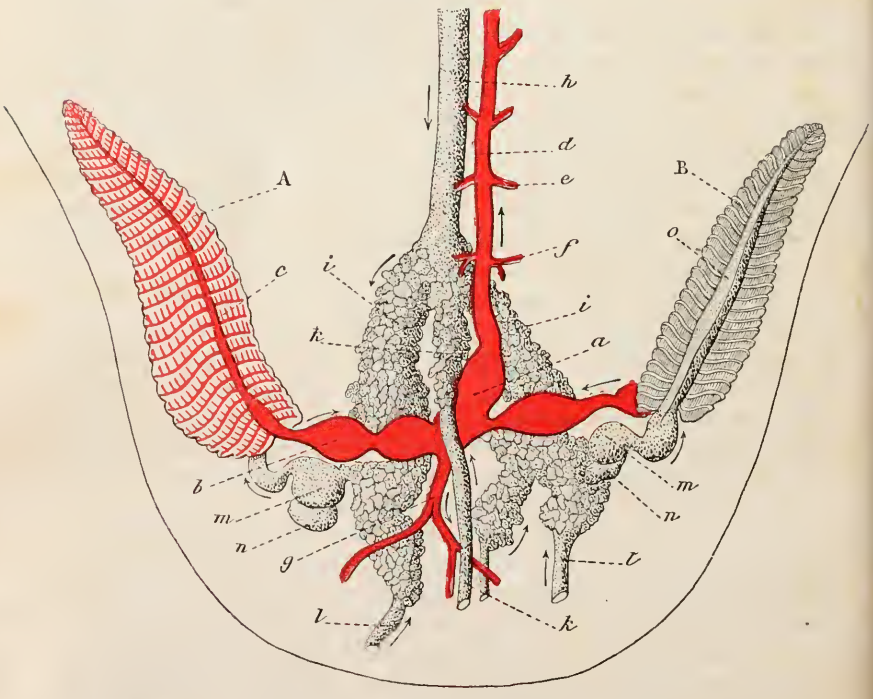
Eine gefärbte Gelatinemasse wird zu Einspritzungen frisch getödteter und durch einen Aufenthalt in Wasser zu 30 bis 35° sorgfältig gewärmter Thiere dienen. Eine höhere Temperatur ist zu vermeiden, weil sie die Festigkeit der Gewebe vermindern würde. Wir führen das Spritzröhrchen in das arterielle Herz ein, dessen Grösse eine Ligatur gestattet; die Injectionsmasse, welche allmälig bis in die kleinsten Gefässe dringt, wird alsdann langsam eingespritzt. Das Venensystem wird man mit Leichtigkeit injiciren, indem man das Spritzröhrchen in den Kopf, hinter dem Knorpel, auf der Höhe des Hauptsinus einsticht; die Masse verbreitet sich dann in die grosse Bauchvene, in die Hohlvenen, in die Venenherzen, sowie in das ganze Kiemennetz, so dass man nach gelungener Operation bei Oeffnung des Thieres die Kiemen vollständig injicirt findet.

Um aber eine gute Einspritzung des arteriellen Netzes der Kiemen

zu erhalten, ist es besser, von der Basis der ausführenden Kiemengefässe (Kiemenvenen) aus zu injiciren, welche an diesem Punkte erweitert und zusammenziehbar sind und als Vorkammern fungiren. Für das specielle Studium der Circulation dieses oder jenes Organes ist es übrigens stets vortheilhafter, es von den benachbarten Arterien und Venen her einzuspritzen. Für die Kieme, deren Gefässnetz äusserst complicirt ist, ist dies unerlässlich.

Nachdem man den Mantel auf der Rückenfläche aufgeschlitzt hat, bemerkt man in der Nähe des hinteren Körperendes das arterielle Herz (*a*, Fig. 416) in Form eines länglichen Sackes mit gewellten Begrenzungen, dessen starke Wände aus gekreuzten Muskelbündeln be-

Fig. 416.



Sepia officinalis. — Kiemen und Centralorgane des Blutkreislaufes. Das arterielle System roth. *A*, rechte Kieme; *B*, umgedrehte linke Kieme; *a*, arterielle Herzkammer; *b*, Vorkammern; *c*, arterielles Blut zum Herzen führende Kiemenvene; *d*, Kopfarterie; *e*, Arterien der Verdauungsdrüse; *f*, vordere Mantelarterien; *g*, Bauchaorta; *h*, grosse Kopfvene; *i*, von den Schwammkörpern umgebene Hohlvenen; *k*, hintere unpaare Vene; *l*, *l*, hintere Seitenvenen; *m*, pulsirende Theile der Venenherzen; *n*, Pericardialdrüsen; *o*, Verbindungslinie der Kieme mit dem Mantel, längs welcher die Nährgefässe der Kieme laufen. Die Pfeilchen zeigen die Richtung des Blutstromes in den Gefässen.

stehen und von einer peritonealen Falte umgeben sind, die einen Herzbeutel bildet. Die grosse Axe des Herzens ist schief von links nach rechts gerichtet und wird nach vorn durch ein mächtiges, mit der Speiseröhre parallel laufendes Gefäss, die sogenannte Kopfaorta (*d*, Fig. 416), fortgesetzt, die man leicht nach Entfernung der Rückenschulpe gewahrt. In Wirklichkeit besteht dieses Herz nur aus einer Kammer, welche beiderseits das von den Kiemen kommende Blut durch eine Kiemenvene (*c*, Fig. 416) empfängt, welche an der Spitze der Kieme entspringt, ihrem Kamme folgt und sich an ihrer Basis plötzlich zu einem spindelförmigen, pulsirenden und als Vorkammer (*b*) fungirenden Säckchen ausdehnt. Am Eintrittspunkte einer jeden Vorkammer in die Herzkammer findet sich eine halbmondförmige Auriculo-Ventricularklappe, welche das Rückströmen des Blutes in die Vene während der Zusammenziehung der Kammer staut. Eine sigmoidale, an der Entstehung der Kopfaorta befindliche Klappe, sowie eine ähnliche, am Austritte der Bauchaorta angebrachte, verhindern den Rücktritt des Blutes in die Kammer während der Diastole derselben.

Von der hinteren Fläche der Herzkammer entspringt eine zweite Arterie: die Bauchaorta (*g*, Fig. 416), welche nach hinten läuft und sich bald verzweigt, indem sie Aeste an die Geschlechtsdrüse und deren Nebenorgane, an den Mantel, Flossen u. s. w. abgiebt.

Auf ihrem ganzen Verlaufe giebt die Kopfaorta Aeste ab, die sich in dem Mantel, dem Tintenbeutel, der Leber, den Pankreasanhängen, den Speicheldrüsen und den verschiedenen Abtheilungen des Darmes verzweigen. Auf der Höhe der Speicheldrüsen angelangt, spaltet sich die Kopfaorta in zwei starke Stämme, welche sich zur Basis der Arme wenden; jeder giebt auf beiden Seiten so viel Zweige ab, als Arme vorhanden sind. Diese Zweige laufen in der Axe der Arme; sie pulsiren und speisen die Saugnäpfe und sämmtliche Gewebe der Arme, entweder vermittelst Capillarnetzen oder durch ein derart verzweigtes Lacunensystem, dass es schwierig ist, es von Capillaren zu unterscheiden.

Wie dem auch sein mag, so sammelt sich das Blut, welches die Arme genährt hat, in eben so viel, längs der inneren Seite der Arme verlaufenden Venen, die ihren Inhalt in einen verhältnissmässig umfangreichen Sinus ergiessen, welcher die Mundtheile wie ein Ring umgiebt (Ringsinus) und ausser den Armvenen alle, das venöse Blut aus der Vorderregion des Körpers zurückführende Gefässe aufnimmt.

Aus dem Ringsinus entsteht die grosse, auf der Medianlinie der Bauchfläche verlaufende Kopfvene (*h*, Fig. 416). Ihre Wandung ist weich und bedeutend weniger elastisch als die der Arterien. Bei diesen weist die histologische Untersuchung die Existenz circulärer und verhältnissmässig dicker Bündel nach, welche mit einem festen Bindegewebe vermischt sind; ihre innere Fläche ist von einem Endothelium überzogen, dessen Gestaltung durch die Behandlung mit Silbersalz

anschaulich gemacht werden kann. In den Wänden der Venen ist das Bindegewebe weniger dicht; es finden sich jedoch immer noch Muskelbündel vor, durch deren Existenz die Pulsbewegungen einzelner Venen in gewissen Körpertheilen erklärlich werden.

Die grosse oder Kopfvene theilt sich etwas vor dem Magen in zwei Hauptzweige, die Hohlvenen (*i*, *i*, Fig. 416), welche sich beiderseits zu den an der Kiemenbasis angebrachten Venenherzen wenden. In ihre Gabelung mündet die unpaare Vene (*k*, Fig. 416) ein, welche das Blut von der Hinterregion des Körpers sammelt. Weiter nach hinten, in unmittelbarer Nähe der Venenherzen, strömt das Blut, welches die Eingeweide der hinteren Körperhälfte und den Mantel gespeist hat, durch die grossen seitlichen Hintervenen (*l*, *l*, Fig. 416) in die Hohlvenen ein. Wir übergehen hier einige kleine Gefässchen, welche ebenfalls in der Nähe der Kiemenherzen einmünden. Auf diese Weise wird das sämmtliche, aus den Organen des Körpers zurückströmende venöse Blut in die Athmungsorgane übergeführt. Diese Eigenthümlichkeit, auf welche Milne-Edwards zuerst aufmerksam machte, unterscheidet die Cephalopoden von den übrigen Mollusken, bei welchen gewöhnlich eine mehr oder weniger bedeutende Menge des venösen Blutes abgeleitet wird und in das arterielle System zurückkehrt, ohne die Athmungsorgane durchströmt zu haben.

Die von uns soeben beschriebenen Theile des venösen Systems sind durch ihr Aussehen und Volumen bemerkenswerth. Sie sind äusserlich mit unregelmässigen, dicht gedrängten und bis zu den Venenherzen sich erstreckenden Blasen bedeckt, was ihnen ein schwammiges Ausschen giebt. Man hat diese Gebilde die Venenanhänge oder Schwammkörper genannt (*i*, Fig. 416). Jede Blase ist innerlich hohl; das ganze Gebilde ist mit der Höhle der Hohlvenen durch zahlreiche Oeffnungen verbunden, so dass die Schwammkörper reichlich mit Blut getränkt werden. Wir werden gelegentlich der Secretionsorgane auf diese Anhänge der Venen zurückkommen. Für den Augenblick begnügen wir uns zu bemerken, dass man in ihrem Innern die Dicyemiden vorfindet (s. S. 89). Die bei der Sepie gewöhnliche Art ist Dicyema Köllikerianum.

Bevor das Blut in die zuführenden Gefässe der Kieme (Kiemenarterien) eindringt, geht es jederseits durch eine pulsirende Ausbauchung der Venen, das Venen- oder Kiemenherz (*m*, Fig. 416). An der Basis des Kiemenherzens hängt, durch seine Spitze mit ihm verbunden, ein drüsenartiges, conisches und gelbliches Organ mit etwas geriefelter Oberfläche (*n*, Fig. 416), welches Grobben wegen seiner Lagerung in der Herzbeutelkammer und der Derivation seines Epitheliums von demjenigen des Herzbeutels die Pericardialdrüse genannt hat. Querschnitte durch dieses Organ beweisen seine Drüsennatur. Seinem Anheftungspunkte gegenüber erstreckt sich eine Furche,

durch welche das die Körperhöhle überziehende Epithelium in das Innere der Drüse, wo es sich modificirt, eindringt. Die innere Wand ist stark gefaltet und die Höhle des Organs wird durch die Verzweigung der Falten in mehrere Kammern getheilt.

Die Function der Pericardialdrüse ist noch unbekannt. Ist es vielleicht nur ein rudimentäres Organ, welches früher als Ausscheidungsorgan gedient hätte, wie Vigelius annimmt? Wir kennen keine Thatsachen, die uns berechtigten, diese Anschauung zu vertheidigen oder zu bekämpfen.

Vom Venenherzen geht das Blut in das Kiemennetz über, zu dessen Beschreibung wir später übergehen werden, sobald wir die Structur der Kiemen kennen gelernt haben werden. Es strömt dann durch einen Sammelcanal, die Kiemenvene, zurück (*c*, Fig. 416), welche an ihrem Centralende zu der von uns bereits erwähnten Vorkammer anschwillt. Somit kehrt das Blut, welches in den Kiemen geathmet hat, wiederum in die Herzkammer, von wo es abgegangen ist, zurück.

Kiemen (Fig. 416, 417 und 425). — Diese Organe erscheinen, sobald man die Bauchwand des Sackes, in welcher sie jederseits symmetrisch liegen, aufgeschlitzt hat. Im normalen Zustande ist die grosse Axe der Längsaxe des Körpers beinahe parallel; nach der Ausbreitung des Mantels steht sie aber schief. Jede Kieme hat die Form einer Pyramide, deren Spitze gegen den Trichter gerichtet ist. Sie ist an dem Mantel durch einen Muskelstreifen befestigt, in dessen Centrum ein Haufen polygonaler Zellen sich befindet, zwischen welchen kleine, zur Circulation des Blutes bestimmte Lacunen liegen. Diese längs der Kiemenbasis laufende Zellenmasse ist unter dem Namen Kiemendrüse (*q*, Fig. 417) bekannt; da sie keinen Ausscheidungscanal besitzt und in der Nähe des Athmungsorgans liegt, wurde sie von Mayer als Milz bezeichnet. Wir wissen nichts positives über ihre Function.

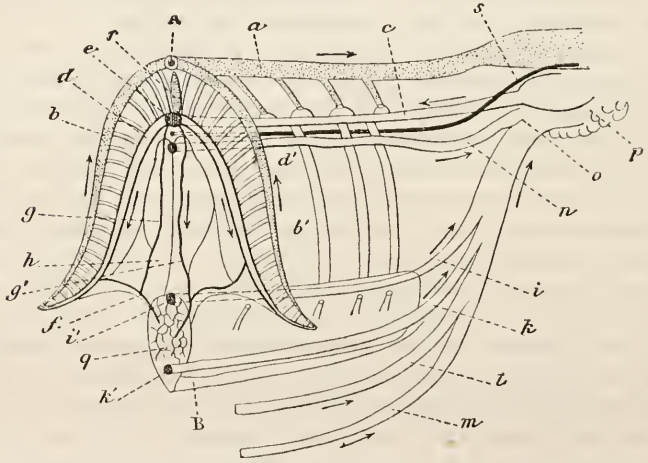
Auf dem freien Kamm der Kieme verlaufen die grossen Zu- und Abführungsgefässe; ersteres bleibt unterhalb des zweiten verborgen, so dass man es nicht gleich erblickt. Der oben erwähnte Kiemennerv begleitet diese (*s*, Fig. 417 a. f. S.) Gefässstämme und ist mit ihnen durch einen Strang von Bindegewebe verbunden.

Die Kieme besteht aus einer Reihe paarig angeordneter Lamellen, die von der Basis bis zur Spitze der Pyramide allmälig kleiner werden. Jede Lamelle wird durch zahlreiche Querstreifen durchzogen, die wiederum von kleinen Längsfalten durchkreuzt sind. In Folge dieser Anordnung ist die Athmungsfläche einer Kieme sehr gross, obgleich das Organ nur einen verhältnissmässig kleinen Raum einnimmt. Sie wurde von Joubin auf 900 qcm geschätzt. Die Lamellen löthen sich nicht auf der ganzen Länge ihrer Basis an einander, sondern lassen an diesem Punkte einen Raum frei, welcher in Folge der Vereinigung der Lamellen einen Längscanal bildet, den Kiemencanal, in den das Wasser eindringt und auf diese Weise die ganze Kieme durchtränkt

(*r*, Fig. 417). Die Kiemenlamellen bestehen aus einer Schicht von Bindegewebezellen, die von Bluträumen durchlöchert und von Muskelfäserchen durchzogen ist. Sie sind durch ein wimperloses, allen Windungen der Falten folgendes Epithelium bedeckt. Man wird diese Structur auf Schnitten von Kiemen untersuchen, die man zuvor beim lebenden Thiere injicirt hat.

Das venöse Blut wird durch die Systole des Venenherzens in den zuführenden Canal der Kieme oder die Kiemenarterie (*c*, Fig. 417) getrieben. Dieses Gefäss läuft längs des Kiemenkammes, parallel und unterhalb der Kiemenvene (*a*, Fig. 417). Das darin enthaltene Blut strömt dann in jedes Kiemenlamellenpaar vermittelst zweier Gefässe (*d*, *d'*, Fig. 417) ein, welche den inneren Rändern der Lamellen folgen

Fig. 417.



Sepia officinalis. — Schematische Figur zur Erläuterung des Kiemenkreislaufs (nach Joubin). Das arterielle Netz ist schattirt worden; das venöse Netz ist mit einfachen Linien gezeichnet; *A*, freier Kamm der Kieme; *B*, Verbindungslinie der Kieme mit dem Mantel. *a*, arterielles Blut zum Herzen zurückbringende Kiemenvene; *b'*, *b'*, auf dem äusseren Rand jeder Kiemenlamelle laufender Venenzweig; *c*, zuführendes Gefäss oder Kiemenarterie, welche venöses Blut zur Kieme führt; *d*, *d'*, längs des inneren Randes jeder Kiemenlamelle laufende und auf den Falten derselben sich verzweigende Kiemenarterien; *e*, Durchschnitt der Kiemenarterie; *f*, zuführende Stämme der Kiemendrüse; *g*, *g'*, von der zuführenden Arterie zu der Kiemendrüse *q* verlaufende Gefässe; *h*, Kiemenlamelle; *i*, *i'*, *k*, *k'*, obere und untere aus der Kiemendrüse abführende Gefässe; *l*, Mantelvene; *m*, Mantelvene des Sterngangliens; *n*, abführendes Kiemengefäss; *o*, allgemeiner Abführungsstamm der Kieme; *p*, Venenherz; *q*, Durchschnitt der Kiemendrüse; *r*, Wassercanal der Kieme; *s*, Kiemennerv. (Die Pfeilchen zeigen die Richtung des Blutlaufes.)

und sich verzweigen, indem sie einen kleineren Ast einer jeden Querfalte entlang und dann eine Unzahl von Zweigchen auf die winzigen

Längsfalten, die dieselben durchkreuzen, abgeben. Nach der Einspritzung gleicht jede Querfalte einem Kamm, dessen Zähne durch die Längsfalten dargestellt werden. In den Vertiefungen zwischen den Falten, deren Gräte durch die letzten Zweige der Kiemenarterie eingenommen sind, laufen die entsprechenden Aestchen der Kiemenvene. Das Blut begiebt sich von der einen dieser Gruppen zur anderen durch die in der Dicke der Kiemenlamelle ausgegrabenen Hohlräume, welche gänzlich von Wasser umgeben sind und somit den osmotischen Austausch der Gase zwischen Blut und Wasser auf ihrer ganzen Ausdehnung vermitteln. Hinsichtlich der genaueren Beschreibung dieser Lacunen verweisen wir auf die eingehende Arbeit von Joubin.

Von hier aus folgt das Blut einer gerade entgegengesetzten Richtung in die Verzweigungen der Kiemenvene, in deren Stamm es sich schliesslich ansammelt, um in das arterielle Herz überzutreten. Von dieser Circulation des venösen Blutes, welches die Kiemen durchströmt, um zu athmen, muss man aber noch einen zweiten, die Ernährung der Kieme vermittelnden Kreislauf unterscheiden, welcher höchst complicirt ist und von Joubin sorgfältig beobachtet wurde (s. Literatur). Wir geben die halb schematisirte Figur Joubin's hier wieder, welche die Anordnung der Nahrungsgefässe veranschaulichen soll, deren Beschreibung hier zu viel Platz einnehmen würde (*n*, *o*, Fig. 417).

Nieren (Fig. 418 a. f. S. und 419). — Wenn man nach Aufschlitzung des Mantels die Kiemenhöhle besichtigt, tritt auf jeder Seite der Afterpapille eine kleine Oeffnung (Fig. 418 und *s*, Fig. 425) hervor, welche auf beiden Seiten in einen grossen, durch eine Peritonealfalte begrenzten Sack führt. Dieser Sack entleert durch die soeben genannte Mündung Harnsäure (Harless) enthaltende Ausscheidungsstoffe, welche von den die Hohlvenen umgebenden schwammigen Körpern herrühren. Dieser Sack kann also als eine Niere betrachtet werden, was auch nach den Erörterungen von A. Mayer von der Mehrzahl der Autoren angenommen wurde.

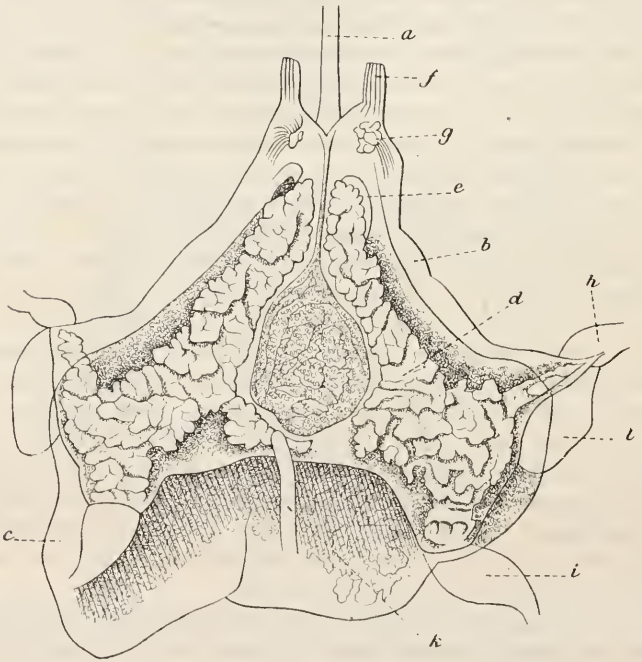
Die Nierensäckchen liegen beiderseits symmetrisch unterhalb des Darmes. Bei den Männchen sind sie gleich von der Bauchfläche aus zugänglich, während man bei den Weibchen vorher die sie bedeckenden Nidamentaldrüsen (*q*, Fig. 425) entfernen muss. Sie sind auf der Medianlinie nach vorn und nach hinten durch zwei Querbrücken verbunden und tragen auf der Höhe ihrer vorderen Vereinigung eine dorsale Verlängerung, den unpaaren Nierensack (Grobben), welcher nach hinten bis zur Geschlechtskapsel (*m*, Fig. 419) sich erstreckt. Die Rückenwand der paarigen Säcke überzieht die schwammigen Anhängsel der Hohlvenen, indem sie allen ihren Windungen folgt, so dass sie stark gefaltet ist; ihre Bauchwand ist im Gegentheil beinahe glatt; sie haftet dermaassen an der, an diesem Punkte äusserst dünnen Körperwand, dass es schwierig ist, sie davon abzulösen. Die untere Wand

des unpaaren Sackes überzieht die Schwammkörper; sie zeigt also den Eindruck ihrer Falten, sowie diejenigen der pankreatischen Anhänge (*g*, Fig. 419).

Man wird bemerken, dass die Schwammkörper nicht etwa in die Nierensäcke hineinhängen, sondern einfach an sie angelehnt sind.

Am Obertheil der paarigen Säcke, an dem Punkte, wo dieselben sich verengern, um einen kurzen Canal, den Harnleiter (*f*, Fig. 418) zu bilden, findet sich eine kleine, trichterförmige, auf der Spitze einer mit Wimpern bedeckten Papille gelegene Oeffnung (*g*, Fig. 418); sie führt

Fig. 418.

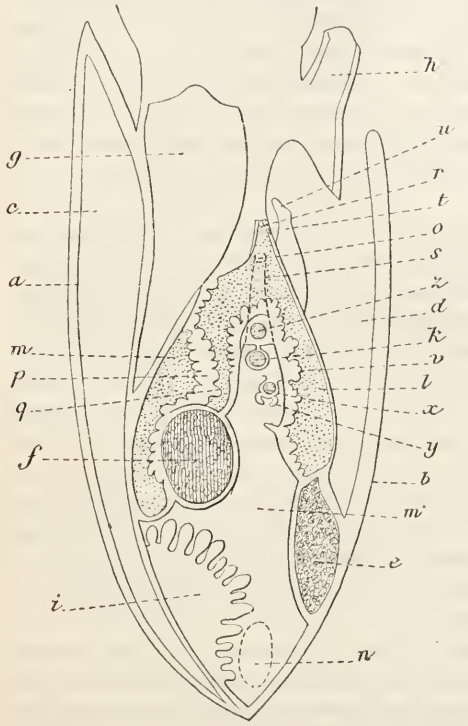


Sepia officinalis. — Nierensäcke und Schwammkörper der Venen. Die unteren Säcke sind von der Bauchfläche aus aufgeschlitzt, so dass man die oberhalb der Venen gefaltete Nierenwand sieht (nach Carl Grobben). *a*, absteigende Hohlvene; *b*, untere Nierensäcke; *c*, oberer Nierensack; *d*, schwammige Anhänge der Venen; *e*, Verbindungsöffnung zwischen den unteren Nierensäcken und dem oberen Sack; *f*, Harnleiter; *g*, Oeffnung des Wimpertrichters in die Niere; *h*, Mantelvene; *i*, Bauchvene; *k*, Tintenbeutelvene; *l*, Kiemenherz.

zu einem nach hinten sich erweiternden Sacke, der sich quer auf der ganzen Körperbreite zwischen dem paarigen Nierensäckchen und dem unpaaren Sacke ausdehnt. Dieser Sack, welcher das Herz, die Aorten

und die Kiemenvenen einschliesst, wurde von Grobben als secundäre Leibeshöhle (m', Fig. 419) bezeichnet. Er steht übrigens mit den Peritonealkapseln in Verbindung, in welchen rechts und links die Venenherzen nebst ihren Anhängen und nach hinten die Geschlechtsdrüse mit dem Magen liegen. Diese verschiedenen Beziehungen sind in der von Grobben entlehnten schematischen Figur (Fig. 419) anschaulich gemacht. Man wird ihre Bedeutung einsehen, wenn man bedenkt, dass auf diese Weise vermittelst der Nieren eine Verbindung des umgebenden Wassers mit den verschiedenen Kammern der Körperhöhle und somit ein allgemeines Wassersystem hergestellt sein könnte. Wir müssen indess sofort bemerken, dass, wenn eine solche Verbindung zwischen dem Aussenwasser und den Körperhöhlen existirt, es uns nicht gelungen ist, das Vorhandensein ähnlicher, von einigen Forschern angenommener Communicationen zwischen Körperhöhle und Gefässsystem nachzuweisen. Was diese Frage anbetrifft, ist der Zweifel erlaubt und wir sind der Meinung, dass eine Zumischung von Wasser zum Blute ebensowenig bei den Cephalopoden als bei den übrigen Mollusken nachgewiesen ist. (Wir machen unsere Reserven hinsichtlich der Gattung Nautilus, die wir nicht untersuchen konnten). Fügen wir noch hinzu, dass die Arbeit von Grobben

Fig. 419.



Sepia officinalis. — Schema (nach Grobben) eines sagittalen Schnittes durch ein Weibchen, um die Beziehungen der Organe zu den sie einschliessenden Peritonealsäcken zu zeigen. *a*, Rückenfläche; *b*, Bauchfläche; *c*, Schulpe; *d*, Kiemenhöhle; *e*, Tintenbeutel; *f*, Magen; *g*, Leber; *h*, Trichter; *i*, Eierstock; *k*, Herz; *l*, Nierensack; *m*, obere unpaare Niere; *m'*, secundäre Leibeshöhle, deren Grenzen durch stärkere Linien bezeichnet sind; *n*, Oeffnung des Ausführungsganges der Geschlechtsdrüse in die secundäre Leibeshöhle; *o*, Oeffnung des Wimpertrichters in die Niere; *p*, Ausführungsgang der Leber; *q*, pankreatische Anhängsel der Leber; *r*, Harnleiter; *v*, venöse Anhängsel; *x*, Kiemenherz; *y*, Pericardialdrüse; *z*, Durchschnitt des Darms.

eine sehr vollständige Beschreibung der die verschiedenen Regionen der Körperhöhle bedeckenden Epithelien enthält.

Die schwammigen Venenanhänge, welche mit der Wandung der Harnsäcke in so enger Verbindung stehen, sind einfache, kleine Bläschen darstellende Ausstülpungen der Venenwände, deren histologische Structur sich auf ihrer ganzen Fläche modificirt; man trifft darin zahlreiche Muskelfasern, die schlangenartige Bewegungen der Anhänge unterhalten, welche jedem Forscher, der eine lebendige Sepie öffnet, auffallen. Auf der äusseren Fläche befinden sich aufeinander liegende Schichten von runden, verhältnissmässig grossen Zellen, deren Protoplasma, ausser anderen Concretionen, mehr oder weniger mit gelblichen refringirenden Tröpfchen erfüllt ist, welche sich in der umgebenden Flüssigkeit vertheilen, wenn man die Bläschen unter einer Glaslamelle presst.

Solche Tröpfchen finden sich auch in der schleimigen Flüssigkeit des Harnsackes wieder, ohne dass wir erklären könnten, wie sie hineinkommen. Wahrscheinlich dringen sie in Folge der Zellenthätigkeit durch die Wandung der Venenanhänge in das Epithelium des Harnsackes hinüber, das von grossen, cylindrischen oder cubischen, fein gestreiften Zellen mit körnigem Protoplasma gebildet ist, in welchen man Ausscheidungsströmungen erkennt (Grobben). Auf den glatten Theilen der Nierensäcke, die nicht an die schwammigen Körper stossen, bleibt das Epithelium vielmehr abgeplattet.

Die Wände des Harnleiters sind dicker, innen längsgefaltet und enthalten in einem lockeren Bindegewebe eine innere Schicht von Längsmuskelfasern und eine äussere Schicht von Kreisfasern; das Ganze ist innen mit einem von grossen, dicht gedrängten Cylinderzellen gebildeten Epithelium überzogen.

Tintenbeutel. — Unter diesem Namen wird ein drüsenartiges, der Analdrüse der Gasteropoden vielleicht homologes, hier aber bedeutend grösseres Organ bezeichnet, welches eine intensiv schwarze Pigmentsubstanz, die auch als Farbe benutzte Sepia, erzeugt. Das Thier verschwindet durch Ausstossung dieser Tinte in das umfliessende Wasser augenblicklich in einer undurchsichtigen schwarzen Wolke. Der Tintenbeutel ist also ein Vertheidigungsorgan. Er hat die Form eines in die Länge gezogenen, nach hinten abgerundeten Sackes, der am hinteren Körper gelegen ist (*A*, Fig. 420). Sein Hals (*f*, Fig. 420) läuft rechterseits dem Rectum entlang nach vorn und mündet durch eine kleine, mit einem Schliessmuskel versehene Oeffnung (*i*), einige Millimeter unterhalb der Afteröffnung (*a*), in den Afterdarm ein. Die Wand des Sackes besteht aus einem lockeren, Längs- und Quermuskelfasern enthaltenden Bindegewebe; innerlich ist sie mit einem Epithelium bekleidet, welches je nach der Region, wo man es beobachtet, seine Form wechselt; endlich schliesst sie in ihrer Mittelschicht jene sonderbaren

Zellen, die Iridocysten, ein, von denen wir gelegentlich der Haut gesprochen haben und die ihr einen silberglänzenden Wiederschein ertheilen. P. Girod, welcher über dieses Organ eine vollständige Arbeit geliefert hat, auf welche wir den Leser in Betreff der Einzelheiten verweisen, schätzt den Inhalt dieses Organs auf 20 bis 30 cem.

Nachdem wir seine allgemeine Form und seine Lagerung kennen gelernt, lösen wir den Tintenbeutel gänzlich ab und waschen die darin enthaltene Tinte unter einem Wasserstrom vollständig aus; wir erkennen alsdann in ihm zwei verschiedene Abtheilungen: die eine, ein einfaches Leitungsorgan, der Tintenleiter (*f*, *A*, Fig. 420 a. f. S.), dessen Durchmesser bis zu seiner Mündung im Rectum stets geringer wird; die andere (*c*, Fig. 420), ein blasenförmiges Organ, welches im Grunde des Sackes hervorragt, durch eine feine Membran begrenzt wird und mittelst eines kleinen runden Loches (*c*) in den am Grunde sackförmigen Tintenleiter mündet.

Dieser Theil ist drüsig (Tintendrüse) und sein Inneres hat ein schwammiges Ansehen; er wird von zahlreichen, unter einander zusammenhängenden Lamellen (*B*, Fig. 420) gebildet, welche zellige Räume (*a*) von verschiedener Gestalt umgrenzen, die durch zahlreiche Poren verbunden sind und in welche sich die von den Epithelialzellen der Wände abgesonderte Tinte ergiesst.

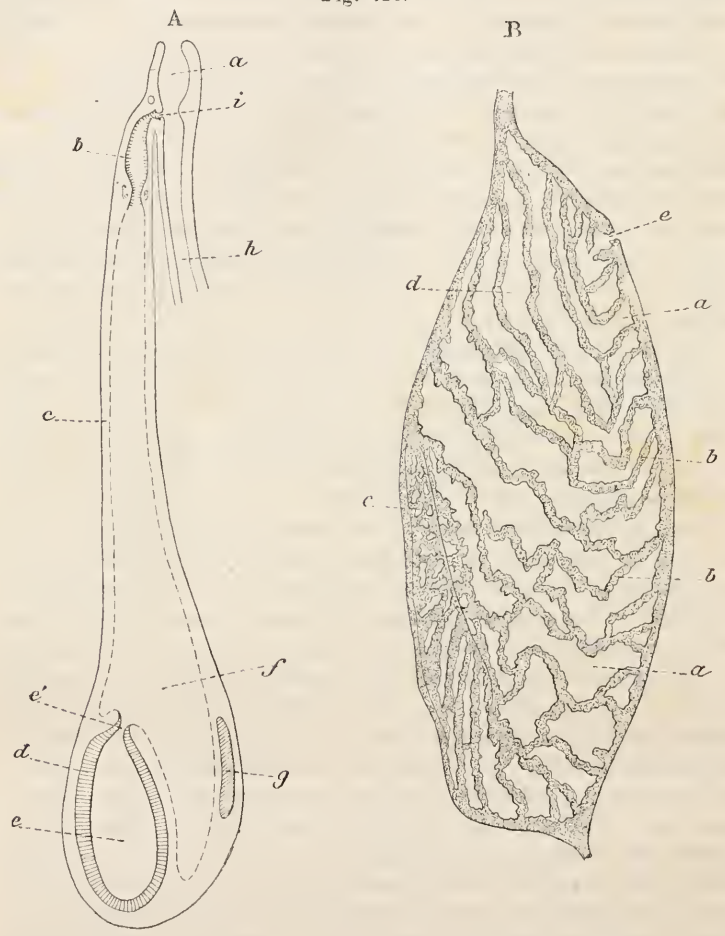
Eine genauere Zergliederung der Drüse zeigt, dass die am Eingange (*c*) der Drüsenportion stehenden, sehr schwarzen Lamellen nach innen zu stets heller werden, bis man zu einer von abgeplatteten Blasenräumen ausgehöhlten Masse (*c*) (*zone formatrice* von Girod) gelangt, deren Oberrand vollständig weisslich erscheint (*B*, *c*, Fig. 420).

Die histologische Untersuchung der Drüse findet an in Osmiumsäure fixirten Fragmenten statt, welche nachher sorgfältig ausgewaschen werden. Man kann ebenfalls mit Erfolg Schnitte an der frisch in eine leichte Lösung von Gummi arabicum eingetauchten, dann in absolutem Alkohol gehärteten und endlich in Paraffin eingeschlossenen Drüse machen (P. Girod). Man findet dann, dass die Wände durch Lamellen des Bindegewebes gebildet und mit grossen, ursprünglich cylindrischen Epithelialzellen überzogen sind, die indessen ihre Form ändern, je nachdem sie von dem, durch ihr Protoplasma abgesonderten Pigment erfüllt werden (Fig. 421, S. 891). Wenn die Zelle mit Pigment beladen ist, stirbt sie ab und fällt in den Alveolarraum. Die Flächenansicht lässt mehr oder weniger entwickelte Zellen (*B*, *a* und *b*, Fig. 421) erkennen, die an der Oberfläche der Lamellen hervortreten.

Die ununterbrochene Thätigkeit aller Zellen unterhält eine fortwährende Erneuerung des durch die Drüsenöffnung fliessenden und in dem Ausführungsgange sich ansammelnden Pigments. In Folge der Zusammenziehung der Wände desselben wird das Pigment in die Kiemenhöhle und aus dieser durch den Trichter entleert.

Der Tintengang ist von einem Pflasterepithelium ausgekleidet (*c*, Fig. 420), welches aber an seinem oberen Ende cylindrisch wird und die Scheidewände einer Menge von winzigen, drüsenartigen Ver-

Fig. 420.

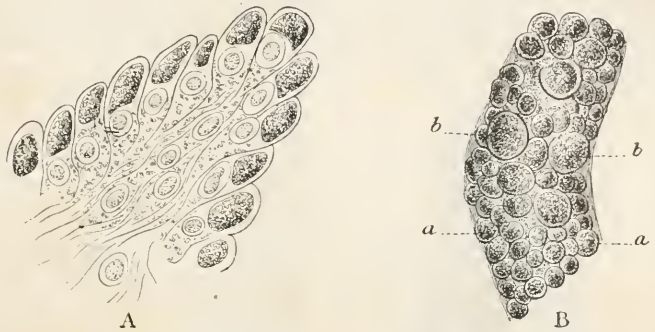


Sepia officinalis. — *A*, Schematischer Längenschnitt des Tintenbeutels. *a*, After; *b*, Enddrüse; *c*, mit Pflasterepithelium bekleideter Tintenleiter; *d*, pigmentirtes Epithelium der Tintendrüse; *e*, Höhle der Tintendrüse; *e'*, Oeffnung, durch welche die Tintendrüse mit dem Ausführungscanal in Verbindung steht; *f*, Tintengang; *g*, vordere Verdickung; *h*, Rectum; *i*, Oeffnung, durch welche der Tintengang in das Rectum mündet. *B*, Längsschnitt der Drüse, um die gegenseitigen Beziehungen der Scheidewände *b* und der Zellenräume *a* zu zeigen. Man sieht die Modificationen nach Grösse und Richtung von der Oeffnung *e* an bis zur Spitze der Bildungszone *c* hin; *d*, peripherische Zone (nach P. Girod).

tiefungen überzieht, deren Ganzes die Enddrüse bildet (*A*, *b*, Fig. 420), welche einen, wahrscheinlich zur Auflösung der Pigmentsubstanz dienenden Schleim absondert.

Der Tintensack ist durch Zweige der vorderen Aorta reichlich mit Blut gespeist In der Drüsenportion verästeln sich die Arteriolen im Inneren, während die Venenzweige in der Peripherie verlaufen;

Fig. 421.



Sepia officinalis. — *A*, die Scheidewände der Tintendrüse bekleidende Pigmentzellen. Nachet, Oc. 1, Obj. 7. *B*, Fragment einer Scheidewand der peripherischen Zone derselben Drüse in frischem Zustande. Nachet, Oc. 1, Obj. 5. Man unterscheidet zwei Arten von Zellen, die einen klein und abgerundet, *a*, *a*, die anderen gross und hervortretend, *b*, *b* (nach P. Girod).

die Zweige sind durch ein sehr reiches Capillarnetz verbunden, welches übrigens auch in der Wand des Absonderungsganges vorhanden ist.

Geschlechtsorgane. — Die Sepien sind getrennten Geschlechts und legen Eier. Wir können bei Männchen und Weibchen die in einer besonderen, mit zarter Wandung versehenen Bauchfellkapsel eingeschlossene Keimdrüse und einen Ausführungsapparat der Geschlechtsproducte unterscheiden, welcher verschiedene Nebendrüsen trägt. Diese letzteren bereiten die Stoffe, welche die Eier und die Spermatozoen umhüllen.

Das Aussehen des Geschlechtsapparates wechselt sehr, je nach dem Zustande der Reife. Bei jungen Individuen ist er in seinen verschiedenen Theilen sehr reducirt, während er sich im Fortpflanzungsstadium ungemein vergrössert.

Männliche Organe (Fig. 422 und 423). — Aeusserlich ist kein grosser Unterschied zwischen Männchen und Weibchen. Die ersteren sind gewöhnlich etwas kleiner, ihr Körper weniger nach hinten abgerundet und die Arme verhältnissmässig länger. Der vierte linke, als Copulationsorgan fungirende Arm unterscheidet sich von den anderen, indem seine innere Fläche an der Basis stark erweitert, beinahe von

Saugnäpfen entblösst, und, um die Spermatophoren zurückzuhalten, unregelmässig gefaltet ist. Er löst sich nie vom Thiere ab, wie es der Fall beim Hetocotylusarm gewisser anderer Cephalopoden, z. B. Tremoctopus, ist.

Die Präparation der männlichen Organe wird von der Bauchfläche her ausgeführt, nachdem man die Kiemenhöhle geöffnet und die Körperwand aufgeschlitzt hat.

Der Hoden (*a*, Fig. 422) befindet sich am Hinterende des Eingeweidesackes; er liegt frei in einer Peritonealkapsel, die er zur Reifezeit beinahe gänzlich ausfüllt. Er ist eiförmig und vorn breiter als hinten; seine Farbe ist gelblich weiss und bei Oeffnung des Organs fliesst eine milchartige Flüssigkeit aus, in welcher sich eine Unmasse von Spermatozoiden bewegen. Er wird aus einer grossen Anzahl von kleinen, gegen das Centrum zusammenlaufenden Röhrchen gebildet, in welchen die Samenzellen entstehen. Diese Röhrchen sind zuweilen verzweigt, sie berühren sich, ohne aneinander geheftet zu sein. Das Ganze ist von einer zarten Membran umgeben, durch welche man den Grund der Röhrchen wie eine Mosaik erblickt.

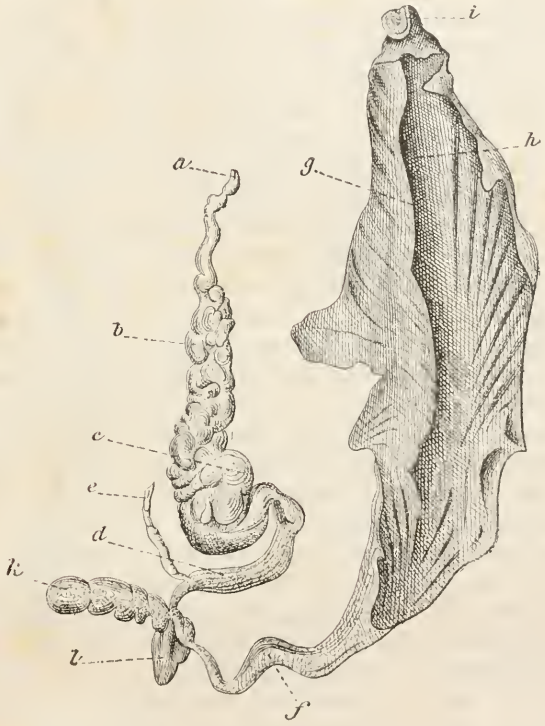
Fig. 422.

Sepia officinalis. — Männliche Geschlechtsorgane von der Bauchseite; *a*, Hoden; *b*, Fragment der Hodenkapsel; *c*, innere Oeffnung des Ausscheidungscanals; *d*, auf sich selbst gefalteter Samencanal; *e*, Samenbläschen; *f*, hinterer Theil desselben; *g*, Prostata; *h*, Spermatophorensack; *i*, Hals des Spermatophorensackes; *k*, spaltförmige Oeffnung desselben; *l*, in dem Hoden sich verästelnde Genitalarterie.

Der höchst flüssige Samen geht von der Hodenkapsel in den Samengang (*d*, Fig. 422 und *b*, Fig. 423) durch eine kleine, an seinem Vordertheile auf der linken Seite gelegene Oeffnung über. Der ganze Ausführungsapparat entfaltet sich ebenfalls vollständig links. Der Samengang ist mehrmals auf sich selbst gewunden und da seine verschiedenen Windungen durch Bindegewebe zusammengehalten werden, bildet er eine gedrängte Masse, die man nur schwer entrollen kann. Seine Wandung ist dünn und trägt auf der inneren Fläche Längsfalten und ein Cylinderepithelium. Der Samengang, dessen

Durchmesser gering ist, erstreckt sich mit seinem Vorderende bis in das Samenbläschen (*e*, Fig. 422 und *c*, *d*, Fig. 423). Man ertheilt diesen Namen einer sehr erweiterten Portion des Samenganges, in welcher zwei Regionen unterschieden werden: die eine, dickwandig, beugt sich nach hinten als ein Blindsack, dessen grosse Axe eine Spirallinie beschreibt, die andere, vordere und dünnwandige, erreicht die Prostata und umgiebt dieselbe bogenförmig (*c*, Fig. 422). Die innere Wand der ersten Region ist der Länge nach stark gefaltet.

Fig. 423.



Sepia officinalis. — Ausführungsgänge der männlichen Organe, ausgebreitet (nach J. Brock). *a*, Oeffnung des Samenganges; *b*, zusammengewickelter Theil des Samenganges; *c*, erster Theil des Samenbläschens; *d*, zweiter Theil desselben; *e*, in den angrenzenden Peritonealsack mündendes Canälchen; *f*, Hals des Samenbläschens; *g*, Wulst des der Länge nach aufgeschlitzten Spermatophorensackes *h*; *i*, Oeffnung des Spermatophorensackes; *k*, Prostata; *l*, blinder Nebensack des Samenganges.

Im Grunde der diese Falten trennenden Furchen lassen sich zahlreiche Rinnen bemerken, so dass der vom Samengang herkommende Samen durch den Druck gegen die Bläschenwandung in kleine Würstchen

geformt wird, welche durch die vorspringenden Fältchen quere Streifen erhalten. Diese Samenwürstchen werden ausserdem noch in Folge ihres Durchgangs durch die zweite Abtheilung des Bläschens gemodelt, welche einen spiralig gewundenen Wulst trägt. Der Samen wird durch das Ausscheidungsproduct der Blasenwände umgeben.

Etwas vor der Prostata zeigt sich an dem Halse des Samenbläschens ein kleines, räthselhaftes, von Brock entdecktes Canälchen (*e*, Fig. 423), dessen Mündung sich in die benachbarte Peritonealkapsel öffnet.

Das Samenbläschen endigt als ein enger, zu dem Spermatophorensack sich wendender Canal; vor der Einmündung in diesen Sack aber trägt der Canal zwei Blindsäckchen, von denen der eine (*g*, Fig. 422 und *k*, Fig. 423) Wände mit strahlig gestellten Falten besitzt und als Prostata bezeichnet wird, während der andere (*l*, Fig. 423), der die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide zeigt, glatte Wände besitzt. Seine Function ist noch unbekannt. Brock fand darin vollständig entwickelte Spermatophoren.

Der Ausführungcanal der Samenblase mündet endlich in den Spermatophorensack (*poche needhamienne* von Milne-Edwards), welcher während der Reifezeit gewöhnlich mit Spermatophoren gefüllt ist und alsdann sehr feine und durchsichtige Wände besitzt, worin man Muskelfasern beobachtet. Dieser längliche Sack, dessen Grund bis zum Hoden reicht (*h*, Fig. 422 und *h*, Fig. 423), ist spiralig um seine grosse Axe gewunden; seine innere Fläche ist gefaltet und trägt eine von hinten nach vorn gewundene, spiralförmige Rampe (*g*, Fig. 423), welcher die Spermatophoren beim Austritte folgen. Dieselben werden von einer schleimigen Flüssigkeit umgeben, die ein Absonderungsproduct der Wände der Rampe ist und sind vollständig ausgebildet, doch mit dem Unterschiede, dass die jüngeren, das heisst die in dem unteren Theile des Sackes befindlichen Spermatophoren nicht im Wasser platzen, während die im oberen Theile des Sackes angehäuften Spermatophoren sowohl in Wasser wie auch in Glycerin so rasch aufspringen, dass man kaum Zeit hat, sie unter das Mikroskop zu bringen. Sie sind ausserordentlich zerbrechlich. Wir werden also ihre Structur an jüngeren Exemplaren untersuchen.

Der Spermatophorensack endigt nach vorn mit einem verengten Halse, welcher durch eine Querspalte in den Kiemensack mündet (*k*, Fig. 422).

Man wird in der Arbeit von Brock Auskunft über die histologische Structur dieses complicirten Ausleitungsapparates finden.

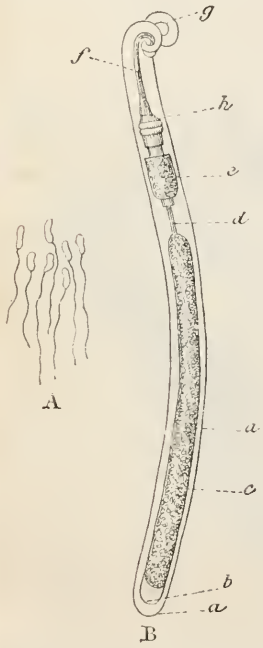
Spermatophoren (Fig. 424). — Man bezeichnet mit diesem Namen kleine cylindrische Maschinen, welche die Einführung des Samens in die Mantelhöhle der Weibchen vermitteln. Zur Brunstzeit sind sie reichlich in dem Spermatophorensack vorhanden, wo sie durch eine

klebrige Flüssigkeit zusammengeleimt sind; sie werden erst in der Nähe der Ausgangsöffnung des Sackes frei.

Die Art und Weise ihrer Bildung ist nur unvollkommen bekannt, es ist aber sicher, dass sie sich nach und nach während des Durchganges des Samens durch denjenigen Theil des Ausführungscanals aufbauen, in welchen das Samenbläschen und die Prostata münden, deren Secrete wahrscheinlich für die Bildung ihrer Hüllen benutzt werden.

Die Spermatophoren der Sepia sind ungefähr 2 cm lang und lassen mit Leichtigkeit unter dem Mikroskope folgende Theile erkennen. Aeusserlich zeigt sich eine cylindrische, hornige, aus zwei Hüllen (*a* und *b*, Fig. 424) bestehende Röhre. Diese Röhre enthält den sogenannten Samensack (*c*), welcher frei in der Höhlung der Röhre liegt und nur durch sein Vorderende (*g*) an deren Wänden befestigt ist. Der Samensack ist vermittelst eines Verbindungsfädchens (*d*) mit einem sehr entwickelten Ausspritzungsapparate verbunden, der aus einem Säckchen besteht, welches in seinem vorderen Ende in Gestalt einer Spiraltreppe geriefelt ist und sich in ein feineres Röhrchen (*f*) fortsetzt. Das Vorderende oder der Rüssel ist ein gekrümmter, auf sich selbst gewundener Cylinder (*g*). Der Ausspritzungsgang ist von concentrischen Lamellen umgeben und der Samensack mit Sperma gefüllt.

Fig. 424.



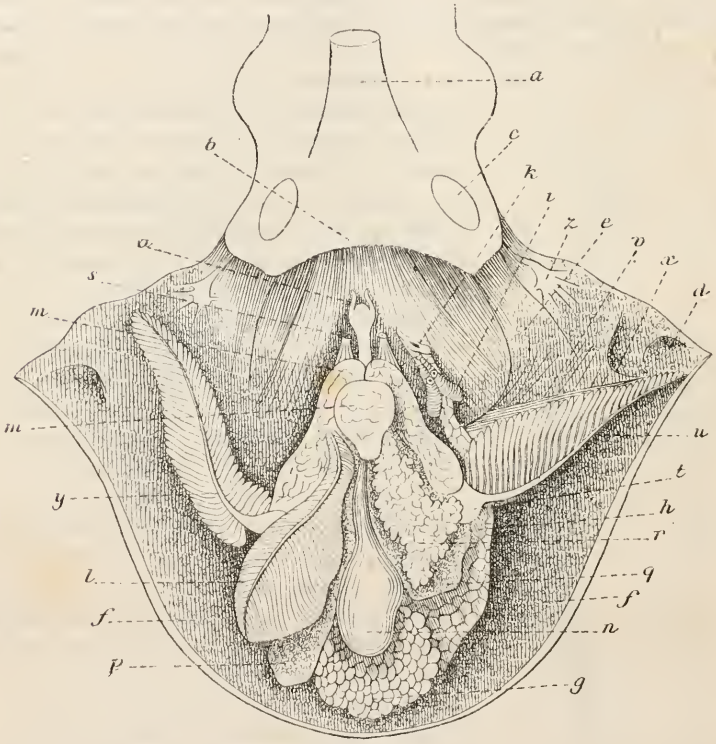
Sepia officinalis. — *A*, Spermatozoen. *B*, ein Spermatophor (nach Milne-Edwards). *a*, äussere Hülle; *b*, innere Hülle; *c*, Samensack; *d*, Connectiv; *e*, Ejaculationsapparat; *f*, Rüssel; *g*, Vorderbogen; *h*, gefalteter vorderer Theil des Ejaculationsapparates.

Wenn das reife Spermatophor mit dem umgebenden Wasser in Berührung kommt, spritzt es bald nachher den in ihm enthaltenen Samen aus in Folge eines durch seine verschiedenen Hüllen hindurch wirkenden osmotischen Processes. Jedoch können die Spermatophoren auch von selbst platzen, wenn sie trocken auf Glas gelegt werden. Der Rüssel bricht am Vorderende der Maschine hervor, und zieht den Ausspritzungsapparat und den daran hängenden Samensack nach sich; doch geschieht die Ausstossung des lezteren nicht sogleich, sondern ruckweise, so dass die verschiedenen Theile des Apparates nach und nach hervorgeschleudert werden. Milne-Edwards hat die ganze Folge dieser Auswurfsbewegungen genau beschrieben. Der frei gewordene Samensack schwillt

in Folge der Berührung mit dem Wasser auf, zerspringt nach einiger Zeit und streut die Zoospermen in das umfliessende Wasser aus.

Die Spermatozoiden (*A*, Fig. 424) sind sehr klein, haben einen cylindrischen Kopf und feinen Schwanz, der sehr schnelle Schwingbewegungen macht.

Fig. 425.



Sepia officinalis. — Allgemeine Uebersicht der Eingeweide eines Weibchens von der Bauchfläche aus. Der Kiemensack ist aufgeschlitzt und die Lappen zurückgeschlagen worden. Die rechte Kieme (die linke in der Figur) ist in ihrer Normalstellung; die linke Kieme ist umgelegt, um die sie an die Körperwand anheftende Membran *x* zu zeigen. Ferner hat man die linke Nidamentaldrüse entfernt, um den durch sie bedeckten Nierensack hervorvortreten zu lassen. *a*, Trichter; *b*, Knorpelbasis des Trichters; *c*, Vertiefung, in welche der Mantelknopf *d* im Momente der Austreibung des Wassers sich einlegt; *e*, den Kopf mit dem Eingeweidesack verbindende Muskeln; *f*, Mantel; *g*, Ovarium; *h*, Eileiter; *i*, Nebendrüsen des Eileiters; *k*, Oeffnung des Eileiters; *l*, Nidamentaldrüse; *m*, Nebendrüsen der Nidamentaldrüse; *n*, Magen; *o*, After; *p*, Tintenbeutel; *q*, Nierensack; *r*, schwammige Anhänge der Hohlvenen; *s*, Harnleiter; *t*, Kiemenherz; *u*, Spitze der Kieme; *v*, in der Verbindungshaut *x* verlaufender Muskelstrang der Kiemenbasis; *y*, rechte Kieme in ihrer normalen Lage; *z*, Sternganglion.

Weibliche Organe (Fig. 425). — Wie die vorigen, werden wir die weiblichen Organe von der Bauchfläche aus präpariren. Nach Aufschlitzung der Bauchwand und des Kiemensackes eines reifen Weibchens übersieht man sofort die allgemeine Lagerung des Geschlechtsapparates, welche derjenigen der männlichen Organe entspricht. Der Ausscheidungscanal erstreckt sich rechts (eigentlich links, da das Thier umgedreht ist); die Nidamentaldrüsen (*l*, *m*, Fig. 425) und das Ovarium (*g*) lenken sogleich die Aufmerksamkeit auf sich wegen ihrer Grösse.

Das Ovarium ist eine grosse abgerundete, wie der Hoden im Grunde des Eingeweidesackes gelegene Drüse, und ebenfalls von einer durch den Eileiter sich fortsetzenden Peritonealkapsel umgeben. Vor ihm liegen der Magen und die Nierensäcke. Im Centrum des Ovariums befindet sich ein die Kapsel von unten nach oben durchsetzender Wulst, auf welchem die eitragenden Follikel sich entwickeln. Jeder Follikel enthält nur ein Ei von verschiedener Grösse und steht mit dem Centralwulst durch einen mehr oder weniger langen Stiel in Verbindung. Zur Legezeit bilden die gesammten Follikel einen compacten Haufen. Die aneinander gepressten Eier nehmen eine polyedrische Form an, welche sie bis in den Eileiter bewahren, durch dessen Wände man sie erblickt, wie sie nach und nach gegen die Nidamentaldrüsen (*h*) vorrücken. Die Follikel oder Eikapseln sind Ausstülpungen des axialen Wulstes. Ihre Entstehungsweise, sowie die Bildung der Eier sind von Brock beschrieben worden.

Der Eileiter (*h*, Fig. 425) entsteht am oberen linken Winkel der Kapsel des Ovariums mit einer runden Oeffnung. Er steigt nach links, ungefähr in gerader Linie, bis zum After empor und mündet neben dem Rectum (*k*) in der Nähe der Trichterbasis. Am Ursprunge sind seine Wände ebenso dünn wie die der Peritonealkapsel, werden jedoch am Vorderende dicker und zeigen Längsfalten, wenn der Eileiter leer ist. Das Endothelium der Kapsel des Ovariums und des Eileiters ist cylindrisch und gewimpert.

Etwas vor seiner äusseren Oeffnung trägt der Eileiter zwei nach aussen hervorragende Nebendrüsen (*i*, Fig. 425) von elliptischer Form. Ihre grosse Axe ist schräg gegen diejenige des Eileiters gerichtet. Die Structur ist blätterig und gleicht derjenigen der Nidamentaldrüsen; ihr Secretionsproduct gelangt durch eine weite Oeffnung in den Eileiter. Ueberhaupt findet man Drüsenelemente, deren Function nicht besser bekannt ist, sogar bis zur Stelle, wo der Eileiter in der Kiemenhöhle vorspringt. Seine Oeffnung ist von zwei membranösen Seitenlamellen umgeben.

In der Nähe dieser Oeffnung findet sich ein umfangreicher Drüsenapparat, welcher die klebrige, die Eier vereinigende Substanz liefert. Derselbe besteht aus zwei grossen birnförmigen, in einer besonderen

Peritonealkapsel eingeschlossenen Nidamentaldrüsen (*l*, Fig. 425), zwischen welchen der Ausführungsanal des Tintenbeutels läuft. Ihre Längsaxe zeichnet sich durch eine Furche aus, von welcher beiderseits quer laufende Streifen ausgehen, die den Ansätzen ihrer inneren Lamellen entsprechen. Die Drüsen bestehen in der That aus zwei symmetrischen Reihen von Querblättchen, zwischen denen der Ausführungsanal verläuft, in welchen die Zwischenräume der Blättchen münden. Diese Blättchen werden gegen den oberen Theil der Drüse hin kleiner; jedes wird durch zwei Lamellen aus Bindegewebe gebildet, welche vom Drüsenepithelium überzogen sind, dessen Grenzen wegen der grossen Feinheit der Zellen kaum festzustellen sind; letztere sondern eine schleimige, Granulationen enthaltende Flüssigkeit ab.

Unter und vor den Nidamentaldrüsen erblickt man accessorische Drüsen von röthlicher oder gelblicher Färbung. Sie bestehen aus einem vorderen Mittellappen und zwei hinteren Seitenlappen (*m*, Fig. 425). Ihre Form wechselt übrigens ungemein, je nach ihrer functionellen Thätigkeit. Bei jüngeren Individuen sind sie kaum sichtbar. Wenn sie vollständig entwickelt sind, sieht man von der Rückenseite aus nur zwei symmetrische, durch eine Mittelfurche getrennte Lappen, während von der Bauchseite aus die drei bereits erwähnten Lappen sehr deutlich bleiben. Diese Drüsen bestehen aus verwickelten Röhren, welche ihr Ausscheidungsproduct in einen kurzen Canal ausfliessen lassen, der in den Ausführungsgang der Nidamentaldrüsen mündet. Ueber ihre Histologie ertheilt Broek's Schrift nähere Auskunft. Im Momente ihrer Entleerung in den Eileiter sind die Eier mit dem Producte der Nidamentaldrüsen überzogen. Vollständig entwickelt sind sie oval, schwärzlich und von einer elastischen Schale umgeben, welche sich an dem einen Pole in einen Stiel verlängert. Dieser Stiel dient zur Vereinigung der Eier in eine Art Traube, die von der Mutter an unterseeische Körper befestigt wird. Die Fischer nennen diese Eierklumpen „Meertrauben".

Befruchtung. — Die Lage der Geschlechtsorgane gestattet keine directe Begattung und die früheren Naturforscher irrten sich, wenn sie den Endtheil des Spermatophorensackes als eine Art Penis betrachteten. Die beiden Geschlechter nähern sich Mund gegen Mund mit verschlungenen Armen und das Männchen führt mittelst seines hectocotylisirten Armes, der in die Kiemenhöhle des Weibchens gesteckt wird, Haufen von Spermatophoren ein. Es ist klar, dass dieselben, indem sie in der Kiemenhöhle platzen, die reifen Eier wie mit einer Wolke von Spermatozoiden umhüllen und so die Befruchtung vermitteln.

Die Embryogenie der Sepie wurde namentlich von Kölliker und von einigen anderen Forschern, deren Namen wir in der Literatur erwähnen, behandelt.

Alle Cephalopoden sind an der Form ihres Körpers erkenntlich, der vorn einen deutlich abgesetzten, von einem Kranz von Armen oder Tentakeln umgebenen Kopf und hinten einen zuweilen abgerundeten (*Sepia*, *Sepiola*), zuweilen dütenförmig zugespitzten (*Loligo*, *Loligopsis* u. s. w.) Körpersack zeigt.

Bei den Octopiden verlängert sich der Mantel von der Rückenseite aus direct über den Kopf, ohne eine Falte in der Halsgegend zu bilden; er schlägt sich nur an der Bauchseite zur Bildung des Kiemensackes ein.

Die Arme bilden sich beim Embryo an derselben Stelle, wo bei den übrigen Mollusken der Fuss sich entwickelt; sie sind entweder frei oder an ihrer Basis durch eine Membran (*Octopiden*) verbunden, welche bisweilen bis zu ihrem distalen Ende sich erstreckt (*Cirrhoteuthis*). Bei *Tremoctopus* vereinigt diese Membran nur vier Arme, bei *Histioteuthis* sechs, während die anderen gänzlich frei bleiben. Bei dem Weibchen von *Argonauta* sind die beiden rückenständigen Arme am Ende segelartig verbreitert.

Ausser den acht mit Saugnäpfen bedeckten Armen giebt es bei den Decapiden zwei lange Fangarme, die zwischen dem dritten und vierten Paare liegen. Meist können sie in eine Tasche zurückgezogen werden, wie es bei Sepia der Fall ist. Jedoch giebt es Ausnahmen; bei *Loligopsis* z. B. sind diese Arme nicht zurückziehbar. Dieselben erreichen zuweilen die sechsfache Länge des Körpers (*Cirrhoteuthis*) oder können auch beinahe gänzlich atrophirt sein (*Veranyia*).

Bei *Nautilus* sind die Arme durch einen Kranz von zahlreichen fadenförmigen Tentakeln ohne Saugnäpfe ersetzt. Gewöhnlich zählt man deren 19 äussere, von denen das Rückenpaar eine Art Kapuze bildet, welche die Schalenöffnung mehr oder weniger schliessen kann; zwei in der Nähe des Auges stehende Augententakel und 11 innere oder Lippententakel, von denen die vier linken unteren sich beim Männchen vereinigen, um einen, einem hectocotylisirten Arme ähnlichen Kolben zu bilden. Beim Weibchen von Nautilus trifft man ausserdem noch 14 bis 15 auf der Bauchseite gelegene Lippententakel.

Die Arme der Octopiden tragen auf ihrer inneren Fläche ungestielte Saugnäpfe, die auf zwei (*Octopus*) oder einer einzigen Reihe (*Eledone*) stehen. Bei den Decapiden sind die Saugnäpfe gestielt, zuweilen glatt auf den Rändern (*Sepiola*), zuweilen gezähnelt (*Ommastrephes*) oder auch nur in Form von Krallen oder hornigen Haken entwickelt (*Enoploteuthis*, *Onychoteuthis*). (Ueber die Bildung und Homologie der Saugnäpfe siehe die Arbeit von Niemiec.)

Der stets bauchständige Trichter ragt vorn an der Mantelfalte hervor. Nach Huxley ist er dem Epipodium des Gasteropodenfusses homolog. Bei *Nautilus* ist er unterhalb aufgeschlitzt und die zwei freien Ränder der Spalte legen sich übereinander, um eine Röhre zu bilden; eine Anordnung, die man bei den anderen Cephalopoden nur im embryonalen Zustande trifft. Der Verbindungsapparat zwischen dem die Basis des Trichters bildenden Knorpelplättchen und der unteren Wand des Kiemensackes ändert je nach den Gattungen; er entwickelt sich besonders bei den guten Schwimmern, welche durch den Rückstoss des gewaltsam durch den Trichter ausgestossenen Wasserstromes nach hinten schwimmen. Bei diesen letzteren existirt um den Körper ein häutiger, die Flosse bildender Saum, der bei *Sepia* sehr schmal ist. Die Flosse kann zusammenhängend sein (*Sepioteuthis*) oder rückwärts ununterbrochen bleiben. Sie erreicht manchmal eine grosse Entwicklung (*Loligopsis*) und wird dreieckig (*Loligo*, *Enoploteuthis*). Die ihre Basis stützenden Knorpellamellen sind dann ebenfalls sehr bedeutend entwickelt.

Die innere Structur der Haut variirt bei den verschiedenen Gruppen wenig, jedoch erzeugt die Pigmentvertheilung in den Chromatophorenzellen

eine ausserordentlich reiche Farbenleiter, welche von einer Gattung zur anderen ungemein wechselt. Eine neue vergleichende Studie der Chromatophoren in der Gesammtzahl der Cephalopoden wäre wünschenswerth, um uns über ihre wirkliche Natur und den Mechanismus ihres Spieles zu fixiren. Ohne Zweifel übt das centrale Nervensystem eine allgemeine Wirkung auf die Hautfärbung; die anatomischen Angaben sind aber zu mangelhaft, um erklären zu können, auf welche Weise diese Wirkung auf die Chromatophoren übertragen wird.

Während die Haut bei *Sepia* glatt ist, treffen wir im Gegentheil bei den *Octopiden* eine gefaltete und mit kleinen Wärzchen besetzte Oberhaut, besonders wenn das Thier aufgeregt ist. Sie ist ausserordentlich durchsichtig bei einigen Arten von *Loligopsis*, wo die inneren Hauptorgane durch die Tegumente durchschimmern.

Das Sepion oder die in einer geschlossenen Tasche des Mantels eingeschlossene Rückenschulpe ist bei *Loligo* durch eine lanzettförmige Lamelle vertreten, die aus Hornsubstanz (Conchyolin) besteht. Dieses Organ erreicht im Gegentheil eine bedeutend grössere Entwicklung bei den fossilen Gattungen und bei der lebenden Gattung *Spirula*, deren theilweise vom Mantel bedeckte Schale in mehrere Luftkammern getheilt ist, durch welche, wie bei Nautilus, ein Sipho sich hinzieht.

Beim Weibchen von *Argonauta* giebt es eine äussere, sehr feine, gebrechliche, beinahe nicht verkalkte, nachenförmige Schale, welche wahrscheinlich aus den Ausscheidungsstoffen der Drüsen, die sich auf der inneren Fläche der beiden gelappten Arme befinden, gebildet wird.

Bei *Nautilus* begegnen wir einer dicken und spiralförmigen äusseren Schale. Ihre Höhle ist in mehrere Kammern durch krumme Scheidewände getheilt, deren Wölbung den inneren Kammern zugewendet ist. Das Thier bewohnt nur die letzte grösste dieser Kammern, ist aber mit den anderen, die mit Luft gefüllt sind, durch ein sehniges Band verbunden, das alle Wände bis zur ersten Kammer durchsetzt und aus missverständlicher Auffassung seiner Function der Sipho genannt wurde. Die Spiralwindungen berühren sich und sind auf der gleichen Ebene aufgewunden.

Das centrale Nervensystem zeigt bei allen Gattungen der Classe eine Concentration um die Speiseröhre, welche weit bedeutender entwickelt ist, als bei allen anderen Mollusken.

Bei den Dibranchiern ist der Unterschlundtheil der Nervenmasse umfangreicher als der Rückentheil, mit welchem er, wie bei *Sepia*, durch zwei Connective im Zusammenhange steht. Die drei beschriebenen Abtheilungen treten stets mehr oder weniger deutlich hervor. Das vorderste, das sogenannte Gänsefussganglion, entsendet die durch einen Ring vor ihrem Eintritte in die Arme unter einander verbundenen Armnerven; aus der mittleren Abtheilung, welche dem Fussganglion der Gasteropoden und Lamellibranchier entspricht, gehen die zu den Hörbläschen sich begebenden Hörnerven; endlich aus der hinteren, den Visceralganglien entsprechenden Abtheilung entspringen zahlreiche mächtige Nerven, worunter die grossen Mantelstämme, welche auf der Bauchfläche des Mantels die stets leicht erkennbaren Sterngangliен bilden. Bei *Ommastrephes* sind diese Ganglien durch eine Quercommissur mit einander verbunden.

Der auf die hintere Commissur, welche die beiden seitlichen Schlundnervenmassen vereinigt, übergreifende Sehnerv ist stets dick, kurz und trägt ein sehr grosses Ganglion.

Bei den Tetrabranchiern (*Nautilus*) ist das Centralnervensystem ringförmig. Die Oberschlundmasse, das Hirn der Autoren, besitzt die Form eines Querbalkens, welcher beiderseits eine leichte Anschwellung darbietet. Das

Hirn communicirt mit der Unterschlundmasse durch zwei Commissuren; die vordere dieser Commissuren trägt die Fussganglien; die hintere Commissur in gleicher Weise die Visceralganglien. Man sieht also, dass die Centralganglien hier nicht so innig verschmolzen sind wie bei den Dibranchiern.

Das Auge der Sepie kann als Typus für die Augen der übrigen Gattungen gelten und wir werden nur einige Verschiedenheiten hervorzuheben haben. Die dasselbe nach vorn schützende, falsche Hornhaut fehlt bei *Nautilus*, *Loligopsis* und *Histioteuthis*. Wenn vorhanden, besitzt sie immer eine Oeffnung, welche das umgebende Wasser bis zur Krystalllinse eindringen lässt. Bei Nautilus, wo auch die Linse zu fehlen scheint, bespült das Wasser die Retina.

Die vergleichende Untersuchung der anderen Sinnesorgane der Cephalopoden ist noch nicht weit genug bearbeitet worden, dass wir deren Hauptzüge hier darstellen könnten. Die Hörbläschen liegen einfach auf dem Kopfknorpel bei *Nautilus*, statt in demselben eingeschlossen zu sein; das Riechorgan derselben Gattung stellt nicht ein Grübchen dar, wie bei den anderen Cephalopoden, sondern ist in Gestalt einiger, hinter dem Auge befindlicher Papillen entwickelt. Vielleicht gehört zu den Sinnesorganen auch die von H. Müller auf der Innenseite des Trichters beschriebene Warze, welche mit stark lichtbrechenden, stabförmigen Körperchen überzogen ist.

Wir müssen hier die Experimentaluntersuchungen von Delage erwähnen, wonach die Hörbläschen als regulirende Organe der Locomotionsbewegungen fungiren würden. Eine Sepie, bei welcher man die beiden Hörbläschen vernichtet hat, dreht sich schwimmend um ihre Längs- oder Queraxe oder auch auf einer horizontalen Ebene. Das Thier ist vollständig desorientirt und findet seine normale Stellung nur noch im Ruhezustande. Delage behauptet, dass diese regulirende Function der Hörbläschen für die Cephalopoden wichtiger sei als das Gehör.

Der Darm zeigt keine bedeutende Verschiedenheiten. Der Mund ist im Allgemeinen von zwei Lippen umgeben, von denen die innere kreisförmig und mehr oder weniger gefranzt ist, während die äussere sich spitzenartig gegen die Armbasis verlängert und zuweilen kleine Saugnäpfchen trägt (*Loligo*). Bei *Nautilus* ist die äussere Lippe durch vier grosse Lappen ersetzt, welche den den Kopf einfassenden Tentakeln gleichen. Immer finden sich zwei hornige, schnabelförmige Kiefer, die auf einer sie bewegenden Muskelmasse ruhen. Die Radula, welche derjenigen der Gasteropoden ähnelt, zeigt einige Formverschiedenheiten, die von Troschel beschrieben worden sind (siehe Literatur). Bei *Argonauta* ist sie sehr klein.

Vom Grunde der immer starkwandigen Mundmasse entspringt die Speiseröhre, welche vor der Begegnung mit dem Magen sich bei *Octopus* in eine Art von sackförmigem Kropf ausdehnt, dessen Boden nach vorn gewendet und dessen grosse Axe parallel derjenigen der Speiseröhre ist. Gewöhnlich ist der Magen abgerundet, bei *Octopus* im Inneren sehr gefaltet. Bei *Nautilus* sind die Muskelfasern der Wand strahlenförmig angeordnet und setzen sich an eine sehnige, an den Muskelmagen der Vögel mahnende Platte an. In der Nähe des Pylorus, der in Folge der Magenbiegung nahe an der Cardia anliegt, befindet sich ein Blindsack mit dünnen Wänden, der birnförmig (*Loligo vulgaris*), spiralig gewunden (*Octopus*) oder breit und kurz, wie bei *Sepia*, sein kann (*Argonauta*). Die Ausführungsgänge der Verdauungsdrüse münden in den Anfang dieses Blindsackes.

Vom Blindsacke an biegt sich der Darm nach vorn und zeigt nur bei den *Octopiden* mehrere Windungen. Der After öffnet sich stets in den mehr oder weniger hervortretenden Kiemensack. Bei *Octopus* ist er rund; mit

häutigen, fadenförmigen (*Loligopsis*) oder dreieckigen (*Sepioteuthis*) Verlängerungen versehen u. s. w.

Bei den *Octopiden* findet man zwei Paare von Speicheldrüsen; das erste Paar, im Kopfe gelegen, mündet in den Anfang der Speiseröhre, während das zweite bedeutend grössere und viel mehr nach hinten auf der Schlundseite gelegene Paar seine Absonderungscanäle vor die Radula sendet. Bei *Sepia, Cirrhoteuthis* u. s. w. existirt dieses letzte Paar allein. Bei *Nautilus* sind die Speicheldrüsen durch in den Wänden des Pharynx eingebettete Drüsenmassen vertreten.

Die Leberlappen (vier bei *Nautilus*) sind bei *Octopus* in eine eiförmige Masse verschmolzen; es sind aber immer zwei Ausführungscanäle vorhanden, welche die ursprünglich paarige Bildung des Organs beweisen und ihren Inhalt in den Pförtnersack eingiessen. Bei *Loligo* verschmelzen diese beiden Canäle bald nach ihrem Austritt aus der Leber in einen einzigen.

Die die Lebercanäle begleitenden pankreatischen Anhänge sind selten so entwickelt wie bei *Sepia*. Nach den Beschreibungen von Vigelius erstrecken sich diese Anhänge bei *Rossia, Sepiola* nie bis zum Pförtnersack. Bei *Loligo* verschwinden sie äusserlich und sind durch drüsige Follikel ersetzt, welche kaum auf den Wänden der Lebergänge hervorragen. Bei den *Octopiden* sind sie durch eine Drüsenzone vertreten, die der hinteren Leberspitze anliegt und mit den Lebergängen verbunden ist.

Das Gefässsystem ist immer nach demselben allgemeinen Typus gebaut, jedoch mit der Ausnahme, dass bei den *Octopiden* der Blutsinus, in welchen sich das von den Armen zurückfliessende Blut ergiesst, sich weit mehr in den Peritonealsack nach hinten erstreckt, als es bei *Sepia* der Fall ist; so dass die meisten Eingeweide, hintere Speicheldrüsen, Magen, Pförtnerblindsack, und noch die Kopfarterie durch das Blut dieser umfangreichen Höhle, welche nichts anderes ist als die Körperhöhle, bespült werden. Im Grunde dieser von dem Peritoneum umgebenen Höhlung entspringen zwei grosse Canäle, die in das Hinterende der grossen Kopfvene einmünden. Diese Canäle sind unter dem Namen der Peritonealcanäle bekannt (Milne-Edwards).

Bei *Nautilus* ergiesst sich das venöse Blut der Arme wie bei Sepia und Loligo in einen auf die Kopfregion beschränkten Sinus; aber die dieses Blut zu den Kiemen führende grosse Vene zeigt auf ihrer Rückenfläche mehrere in die Leibeshöhle mündende Löcher, welche somit in das Bereich des Blutkreislaufes eingeschlossen ist (Owen, Valenciennes).

Das arterielle System zeigt eine viel grössere Einförmigkeit als das venöse.

Das zu einer einfachen Kammer reducirte arterielle Herz von *Nautilus* nimmt vier Kiemenvenen auf, so viel, als es Kiemen bei diesem Thiere giebt; ihr centrales Ende ist jedoch nicht mit pulsirenden Erweiterungen oder Vorkammern, wie bei allen anderen Dibranchiern, versehen. Bei diesen letzteren sind die Vorkammern spindelförmig und können sich bedeutend erweitern; das von ihnen in die Herzkammer getriebene Blut kann wegen der während der Ventricularsystole stattfindenden Verschliessung von einer oder mehreren Auriculo-Ventricularklappen nicht zurückströmen. Bei *Octopus* ist die Herzkammer um eine Längsaxe gewunden; bei *Loligo* ist sie spindelförmig und symmetrisch; bei *Nautilus* ist sie wie umgedreht, da die Kopfaorta von ihrem Hinterrande und die Bauchaorta von ihrem Vorderrande ausgehen.

Diese zwei grossen, allen Cephalopoden gemeinsamen Stämme sind bei *Octopus* von einem dritten Stamm, der accessorischen oder Geschlechtsaorta, begleitet, die auf dem Hinterrande der Herzkammer entspringt und sich zur Geschlechtsdrüse und ihren Nebenorganen begiebt. Die Kopfaorta ist immer

die grösste, sie versorgt den Mantel und die meisten Eingeweide (Mantelarterien). Im Kopfe verzweigt sie sich in so viel Zweige, als Arme oder Tenkeln vorhanden sind.

Bei den schwimmenden Cephalopoden liefert die bedeutend mehr als bei den Octopiden entwickelte Bauchaorta Zweige zu den Flossen, die bei *Ommastrephes* mit zusammenziehbaren, als Supplementherzen fungirenden Anschwellungen versehen sind.

In jedem Organe giebt es mehr oder weniger reiche Capillarnetze.

Bei *Octopus* trifft man an der äusseren Fläche eines jeden Armes zwei grosse Unterhautvenen, ausser den oben erwähnten tiefen Venen. Diese oberflächlichen Gefässe verbinden sich zwei zu zwei an der Basis der Arme und convergiren endlich in einen grossen Venenstamm, welcher oberhalb des Trichters verläuft und längs der Bauchfläche bis in die Nähe des arteriellen Herzens sich erstreckt. An diesem Punkte erhält diese Vene das durch die Peritonealcanäle zugeführte Blut aus dem bereits erwähnten grossen Sinus. Sie ist der grossen Vene der Sepie homolog, und wie diese theilt sie sich in zwei Hohlvenen, welche das Blut zu dem Kiemenherzen und dann zu den Kiemen hinführen. Vom Mantel und von der ganzen hinteren Region des Körpers herrührende Venenstämme münden in die grosse Vene nahe der Mündung der Peritonealcanäle. Auf diese Weise muss das gesammte venöse Blut in den Kiemen in arterielles sich verwandeln, was immerhin für einen höheren Entwicklungsgrad als bei den Gasteropoden und Lamellibranchiern zeugt, wo ein Theil des venösen Blutes den Athmungsapparat umgeht.

Die unter dem Namen Kiemenherzen bekannten Drüsenorgane der Kiemenbasis fehlen bei *Nautilus*.

Die Kiemen befinden sich stets in einem bauchständigen Sacke, dessen Wandung von dem Mantel gebildet wird. *Nautilus* hat, wie wir wissen, vier Kiemen und bildet deshalb allein die Ordnung der Tetrabranchier, im Gegensatz zu den Dibranchiern, zu denen alle anderen Cephalopoden gehören. Die Einathmung des Wassers geschieht durch die Mantelspalte, die Ausathmung durch den Trichter. Wie wir bereits gesagt haben, erlaubt diese Anordnung dem Thiere, die plötzliche Ausstossung des Wassers zum Schwimmen zu benutzen.

Die Kiemen sind paarig und symmetrisch, von pyramidaler Gestalt. Bei *Nautilus* sind sie nur mittelst ihrer Basis seitlich an der Wand des Kiemensackes angeheftet. Bei *Octopus* sind sie dicker und kürzer als bei *Sepia*; bei *Loligo* sind sie schmal und lang u. s. w. Ihre Lamellarstructur findet sich in den meisten Gattungen wieder; ferner scheint die Abwesenheit von Wimpern an ihrer Oberfläche ebenfalls allgemeine Regel zu sein.

Die Absonderungsorgane erleiden bei *Nautilus* eine Modification, die von der Anwesenheit der vier Kiemen herrührt. Die schwammigen Anhänge dehnen sich über die vier Hohlvenen aus und ihre Absonderungsproducte fallen in vier Nierensäcke, deren zwei bauchständig und zwei rückenständig sind. Die Harnleiter dieser letzteren münden an der Basis der dorsalen Kiemen und diejenigen der bauchständigen Harnsäcke am entgegengesetzten Platze in der Nähe der ventralen Kiemen. Es ist nicht selten, in diesen Säcken gelbliche Concretionen zu finden, die viel Kalkphosphat, aber keine Harnsäure enthalten.

Bei den *Octopiden* sind die schwammigen Anhänge bei weitem weniger entwickelt als bei Sepia, sie erstrecken sich nicht oberhalb der Kiemen. Runde Vorsprünge ihrer Oberfläche ertheilen ihnen ein gekörntes Aussehen.

Der Tintenbeutel fehlt nur bei *Nautilus*. Bei *Sepiola* scheint er sich regelmässig zusammenzuziehen und sich zu gewissen Zeiten zu erweitern.

Bei *Ommastrephes* mündet der Tintengang, dessen allgemeine Structur bei allen Dibranchiern die gleiche ist, ziemlich weit vom After in das Rectum.

Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts, die Männchen gewöhnlich kleiner als die Weibchen. Bei *Argonauta* fehlt dem Männchen die äussere Schale und die Rückenarme zeigen keine segelförmige Erweiterungen an dem Ende, wie bei dem Weibchen. Ausser bei *Nautilus* sieht man immer, dass einer der Baucharme des Männchens für die Begattung mehr oder weniger modificirt ist; man sagt dann, dass er hectocotylisirt sei. Bald ist es der dritte linke Arm (*Argonauta*), bald der dritte rechte Arm (*Tremoctopus, Philonexis, Octopiden*), endlich auch, wie bei *Sepia*, der vierte linke Arm (*Loligo, Sepioteuthis*), der auf besondere Art entwickelt ist. Die bemerkenswerthesten Modificationen zeigen sich bei *Argonauta* und *Tremoctopus*, deren mit Spermatophoren geladener Copulationsarm sich losreisst und frei im Wasser bewegt. So findet man ihn in der Mantelhöhle der Weibchen. Durch sein äusseres Aussehen getäuscht, sah Cuvier einen solchen in der Kiemenhöhle des Weibchens gefundenen Arm für einen Parasiten an, dem er den Namen Hectocotylus gab. Nach der Erkenntniss seiner eigentlichen Natur behielt man den Namen für dieses seltsame Organ bei. Der Hectocotylusarm von *Argonauta* und *Tremoctopus* ist ursprünglich in einem Bläschen eingerollt und endigt mit einer langen contractilen Geissel. Nach seinerLoslösung bildet sich ein neuer Begattungsarm an demselben Punkte des Körpers. Bemerken wir sogleich, dass die Oeffnung des Eileiters bei den Gattungen, deren Männchen einen sich ablösenden Hectocotylusarm besitzen, nicht an der Trichterbasis, sondern im Grunde des Kiemensackes liegt.

Der Hoden ist im Allgemeinen gross und aus zahlreichen, gegen die Oeffnung des Samenganges hin convergirenden Blindsäcken gebildet. Der Samengang stammt immer aus der Hodenkapsel, welche nichts anderes als eine Erweiterung des Peritoneums ist; er ist eng, lang (mit Ausnahme von *Tremoctopus*) und auf sich selbst gewunden. Seine Drüsenportion zeigt nur secundäre Grössen- und Structurverschiedenheiten. Die Wände des Samenbläschens formen den Samen zu einem einzigen kolossalen Spermatophorenschlauch (*Tremoctopus*) oder zu mehreren kleineren, wie wir es bei Sepia gesehen haben. Der Spermatophorensack, der als Behälter für die Samenmaschinen bis zum Austreibungsmomente dient, endigt im Allgemeinen in den ausleitenden Apparat des Samens. Was nun die Spermatophoren selbst anbelangt, so sind sie alle nach dem gleichen Plan wie bei *Sepia* gebildet (siehe die Arbeit von Milne-Edwards). Bei *Argonauta* und *Tremoctopus* können sie bis 2 Fuss Länge erreichen.

Der Eierstock ist überall gebaut wie bei *Sepia*; die blätterigen peripherischen Anschwellungen enthalten gewöhnlich nur ein einziges Ei, welches zur Reifezeit den Follikel zerreisst und in die das Ovarium umgebende Peritonealkapsel fällt.

Bei *Octopus* treffen wir zwei, an der Trichterbasis in die Kiemenhöhle mündende Eileiter. Bei *Rossia*, *Cirrhoteuthis* entwickelt sich, wie bei *Sepia*, der linke Eileiter allein, während im Gegentheil bei *Nautilus* einzig der rechte Eileiter vorhanden ist. Bei *Onychoteuthis* und *Argonauta* ist der Eileiter ungemein lang und mehrmals auf sich selbst gewunden. Selten erreicht der Drüsenapparat eine so bedeutende Entwicklung wie bei Sepia. Bei *Tremoctopus* ist derselbe sehr rudimentär. Uebrigens existiren zwei Nidamentaldrüsen nur bei den *Decapiden*, während bei *Nautilus* nur eine einzige vorhanden ist.

Die Eier werden entweder einzeln abgelegt (*Argonauta*, *Octopus*) oder in einer gallertartigen und durchsichtigen Masse eingeschlossen (*Sepiola*, *Loligo*).

Literatur. — G. Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques*, Paris, 1817. — Delle Chiaje, *Memorie sulla storia et notomia degli animali senza vertebre del Regno de Napoli*, Neapel, Bd. IV, 1828. — R. Owen, *Memoir on the pearly Nautilus*, London, 1832. — Ders., *Cyclopedia of Anat. and Physiol.*, 1835 bis 1836. — Ders., *Description of some new and rare Cephalopoda, Proceed. Zool. Soc.*, Bd. II, London, 1841. — Ders., *Supplementary observations on the anatomy of Spirula australis. Annals of nat. hist.*, 5. Serie, Bd. III, 1879. — Ders., *On the external and structural characters of the male of Spirula australis.* Uebersetzt in *Arch. de zool. exp.*, Bd. VIII, 1880. — R. Garner, *On the nervous System of Molluscous Animals. Trans. Linn. Soc.*, London, Bd. XVII, 1834. — de Férussac et d'Orbigny, *Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères*, Paris, 1835 bis 1845. — A. Mayer, Analecten für vergl. Anatomie, Bonn, 1835. — A. Krohn, Ueber das wasserführende System einiger Cephalopoden. Müller's Archiv, 1839. — Valenciennes, *Récherches sur le Nautile flambé. Arch. du Muséum d'histoire naturelle*, Paris, Bd. II, 1841. — H. Milne-Edwards, *Sur les spermatophores des Céphalopodes. Ann. des Sc. nat.*, 3. Série, Bd. XVIII, 1842. — Ders., *De l'appareil circulatoire du poulpe*, ebend., 4. Série, Bd. II, 1845. — Ders., *Observations et expériences sur la circulation chez les Mollusques. Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, Bd. XX, 1849. — A. Kölliker, Entwicklung der Cephalopoden, Zürich, 1844. — Verany, *Céphalopodes de la Méditerranée*, Gênes, 1847 bis 1851. — E. Harless, Ueber die Nieren von Sepia etc., Arch. f. Naturgesch., 1847. — W. Vrolick, *Ower het outleedkundig samenstel van den Nautilus pompilius, Tijdskrift Nederl. Instit.*, Bd. II, 1849. — C. Langer, Ueber das capilläre Blutgefässsystem der Cephalopoden. Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wiss. zu Wien, Bd. V, 1850. — Ders., Ueber einen Binnenmuskel des Cephalopodenauges, ebend., 1850. — Verany et Vogt, *Mémoire sur les hectocotyles et les mâles de quelques Céphalopodes. Ann. des Sc. nat.*, 4. Série, Bd. XVII, 1852. — H. Müller, Ueber das Männchen von *Argonauta argo* und die Hectocotylen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IV, 1853. — Ders., Bericht über einige in Messina angestellte vergleichend anatomische Untersuchungen, ebend., 1853. — Duvernoy, *Fragments sur les organes de génération de divers animaux, 4. mémoire. Mémoires de l'Acad. des Sc. de Paris*, Bd. XXIII, 1853. — Troschel, Ueber die Mundtheile der Cephalopoden. Arch. für Naturgesch., 1853. — I. Macdonald, *On the Anatomy of Nautilus umbilicatus. Philos. Transact. of the Roy. Soc.*, London, 1855. — J. van der Hoeven, *Bijdragen tot de Outleedkundige Kenniss aangaande Nautilus pompilius*, Amsterdam, 1856. — J. Steenstrup, *Hectocotylus dannelsen hos Octopods loegterne Argonauta og Tremoctopus etc., Kön. Dansk. Vid. Selsk. Skrifter*, 1856; übersetzt in: Arch. f. Naturgesch., Bd. XXII, 1856. — Al. Babuchin, Ueber den Bau der Cephalopoden-Retina. Würzb. naturwiss. Zeitschr., Bd. V, 1864. — Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XV, 1865. — W. Keferstein in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs, Bd. III, Cephalopoda, Leipzig, 1865. — J. Chéron, *Récherches pour servir à l'histoire du système nerveux des Céphalopodes dibranchiaux. Ann. des Sc. nat.*, 5. Série, Bd. V, 1866. — Fischer, *Observations sur quelques points de l'histoire naturelle des Céphalopodes*, ebend., 5. Série, Bd. VI und VIII, 1866 bis 1867. — Ders., *Manuel de Conchyliologie*, Paris, 1887. — E. Metschnikoff, *Sur le développement des Sépioles. Arch. des Sciences phys. et nat.*, Genf, 1867. — Owsjannikow und Kowalevsky, Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. Mémoires de l'Académie impér. de Saint-Pétersbourg. 1867. — Lafont, *Observations sur la fécondation des Mollusques céphalopodes. Ann. des Sc. nat.*, 5. Série, Bd. XI, 1869. — Zernoff, Ueber das Geruchsorgan der Cephalopoden. Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, 2. Série, Bd. XLIII, 1869. — Klemensiewicz, Beiträge zur Kenntniss des Farbenwechsels der Cephalopoden. Sitzungsber. d. K. K. Akad. Wien, 1873. — L. Stieda, Studien über den Bau der Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXIV, 1874. — Grenacher,

Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden, ebend., Bd. XXIV, 1874. — Ders., Die Retina der Cephalopoden. Abh. Nat. Ges., Halle, Bd. XVI, 1884. — Ray-Lankester, *Observations on the development of the Cephalopoda. Quart. Journ. of microsc. Science*, 1875. — J. Dietl, Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere. I. Abth. Sitzungsber. d. K. K. Akad. Wien, 1878. — J. Schöbl, Ueber die Blutgefässe des Auges der Cephalopoden. Arch. f. mik. Anat., Bd. XV, 1878.— Frédéricq, *Récherches sur la physiologie du Poulpe commun. Arch. de Zool. exp.*, Bd. VII, 1878. — J. Brock, die Geschlechtsorgane der Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXII, 1879. — J. Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden. Niederländ. Arch. f. Zool., Bd. V, 1880. — Ders., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das sogenannte Pankreas der Cephalopoden. Verh. K. Akad., Amsterdam, Bd. XXII, 1881. — Ders., Untersuchungen an *Tysanotcuthis rhombus*. Ein Beitrag zur Anatomie der Cephalopoden. Mittheil. aus d. Zool. Stat. zu Neapel, Bd. II, 1880. — Ch. Livon, *Récherches sur la structure des organes digestifs des Poulpes. Journal de l'Anat. et de la physiol.*, Bd. XVII, 1881. — Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXV, 1881. — P. Girod, *Récherches sur la poche du noir des Céphalopodes. Arch. de Zool. exp.* Bd. X, 1882. — Ders., *Récherches sur la peau des Céphalopodes;* ebend., 2. Série, Bd. I, 1883 und Bd. II, 1884. — M. Ussow, *Développement des Céphalopodes. Arch. de biologie*, Bd. II, 1882. — Krukenberg, Vergleichend-physiologische Studien an den Küsten der Adria. Heidelberg, 1880. — H. v. Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXV, 1881. — J. Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden. Morph. Jahrb., Bd. VI, 1881. — Ders., Zur Anatomie und Systematik der Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. XXXVI, 1882. — R. Blanchard, *Sur les chromatophores des Céphalopodes C. R. de l'Acad. des Sciences de Paris*, Bd. XCVI, 1883. — Grobben, Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien, Bd. V, 1884. — J. Niemiec, *Récherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal. Recueil zool. suisse*, Bd. II, 1885. — Joubin, *Structure et développement de la branchie de quelques Céphalopodes. Arch. de Zool. exp.*, 2. Série, Bd. III, 1885. — Delage, *Sur une fonction nouvelle des otocystes*, ebend., Bd. V, 1887.

ALPHABETISCHES VERZEICHNISS

der im ersten Bande enthaltenen Monographien.

		Seite
Acanthometra elastica. Haeck.	Radiolarie	66
Actinosphaerium Eichhorni. Ehrb. . .	Heliozoe	59
Alcyonium digitatum. Lin.	Anthozoe	114
Amoeba terricola. Greef.	Amibe	51
Anodonta anatina. Lin.	Blattkiemer	736
Antedon rosaceus. Link.	Crinoïd	526
Arenicola piscatorum. Lam.	Polychaete	487
Ascaris lumbricoïdes. Lin.	Nematode	345
Astropecten aurantiacus. Lin. . . .	Seestern	582
Aurelia aurita. Lin.	Meduse	133
Bolina norvegica. Sars.	Rippenqualle	170
Brachionus pala. Ehrb.	Räderthier	425
Cucumaria Planci. Brdt.	Holothurie	648
Dicyema typus. Ed. van Ben.	Mesozoum	89
Distomum hepaticum. Lin.	Trematode	224
Helix pomatia. Lin.	Gasteropode	777
Hirudo medicinalis. Lin.	Egel	313
Hyalaea tridentata. Lam.	Pteropode	828
Hydra grisea. Lin.	Hydrarpolyp	151
Leucandra aspera. Haeckel	Kalkschwamm	99
Lumbricus agricola. Hoffm.	Oligochaete	445
Mesostomum Ehrenbergii. O. Schm. .	Turbellarie	247
Paramecium aurelia. Müller	Infusorium	74
Plumatella repens. Lin.	Bryozoe	680
Polystomella strigilata. d'Orb. . . .	Foraminifere	54
Sepia officinalis. Lin.	Cephalopode	853
Sipunculus nudus. Lin.	Gephyree	376
Strongylocentrotus lividus. Brdt. . .	Seeigel	620
Taenia solium. Lin.	Cestode	201
Terebratula vitrea. Born.	Brachiopode	700
Tetrastemma flavidum. Ehrb.	Nemertine	286

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Archiv für Anthropologie.

Zeitschrift für Naturgeschichte und Urgeschichte des Menschen.

Begründet von **A. Ecker** und **L. Lindenschmidt.**

Organ der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.

Unter Mitwirkung von A. Bastian in Berlin, O. Fraas in Stuttgart, F. v. Hellwald in Tölz, W. His in Leipzig, H. v. Hölder in Stuttgart, L. Rütimeyer in Basel, H. Schaaffhausen in Bonn, C. Semper in Würzburg, R. Virchow in Berlin, C. Vogt in Genf, A. Voss in Berlin und H. Welcker in Halle,

herausgegeben und redigirt von

L. Lindenschmit in Mainz und **J. Ranke** in München.

Mit Holzstichen und lithographirten Tafeln. 4. geh.

Erschienen sind:

I. bis XVII. Band incl. 2 Supplement-Bände. Preis zus. 850 ℳ. 70 ₰

Globus.

Illustrirte Zeitschrift für Länder- und Völkerkunde mit besonderer Berücksichtigung der Ethnologie, der Kulturverhältnisse und des Welthandels.

Begründet von **Karl Andree.**

In Verbindung mit Fachmännern und Künstlern herausgegeben von

Dr. Emil Deckert.

Erschienen sind 53 Bände. — Im Erscheinen begriffen Band 54.

Band 1 — 3 fehlt. Band 4 — 24 können noch zum Preise von 9 ℳ., Band 25 — 53 zum Preise von 12 ℳ. pro Band bezogen werden. Monatlich erscheinen 4 Nummern. Jährlich 2 Bände. Subscriptionen nimmt jede Buchhandlung und Postanstalt entgegen.

(In der deutschen Zeitungs-Preisliste, 1888, unter Nro. 2360 aufgeführt.)

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte über die Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften.

Unter Mitwirkung

der Professoren Dr. **J. Bernstein**, Dr. **W. Ebstein**, Dr. **A. v. Koenen**, Dr. **Victor Meyer**, Dr. **B. Schwalbe** und anderer Gelehrten

herausgegeben von

Dr. Wilh. Sklarek

in Berlin W., Magdeburgerstrasse Nro. 25.

I. Jahrgang. geh. Preis 10 ℳ., **geb.** 11 ℳ. 50 ₰. — Einbanddecke apart. Preis 75 ₰. — II. Jahrgang. geh. Preis 11 ℳ. 50 ₰, **geb.** 13 ℳ. — Einbanddecke apart. Preis 75 ₰.

III. Jahrgang im Erscheinen. Preis pro Quartal 4 ℳ.

(Wöchentlich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Bogen.)

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

(In der deutschen Zeitungs-Preisliste, 1888, unter Nro. 3959 aufgeführt.)

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Fauna der Wirbelthiere Deutschlands

und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa.

Von **Prof. J. H. Blasius.**

Erster Band: **Naturgeschichte der Säugethiere.** Mit 290 Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 8 *M.*

Die Wirbelthiere Europas.

Von **Graf A. Keyserling** und **Prof. J. H. Blasius.**

Erstes Buch: **Die unterscheidenden Charaktere.**

gr. 8. geh. Preis 7 *M.*

Die Anatomie des Frosches.

Ein Handbuch für Physiologen, Aerzte und Studirende von

Dr. Alexander Ecker,

Professor an der Universität Freiburg.

Erste Abtheilung: **Knochen- und Muskellehre.** Mit 96 mehrfarbigen Holzstichen. **Zweite Auflage.** gr. 8. geh. Preis 5 *M.*

Zweite Abtheilung: **Nerven- und Gefässlehre.** Mit Beiträgen von Prof. R. Wiedersheim. Mit Holzstichen und einer lithographirten Tafel. gr. 8. geh. Preis 9 *M.*

Dritte (Schluss-) Abtheilung: **Lehre von den Eingeweiden, dem Integument und den Sinnesorganen.** Bearbeitet von Professor R. Wiedersheim. Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 5 *M.*

Ueber abnorme Behaarung des Menschen

insbesondere über die sogenannten Haarmenschen.

Gratulationsschrift, Herrn **Carl Theodor von Siebold** zur Feier seines 50jährigen Doctorjubiläums am 22. April 1878 dargebracht von

Alexander Ecker,

Professor an der Universität Freiburg.

Mit Abbildungen. 4. geh. Preis 1 *M.*

Entwickelungsgeschichte des Kosmos

nach dem gegenwärtigen Standpunkte der gesammten Naturwissenschaften. Mit wissenschaftlichen Anmerkungen von

Hermann J. Klein.

gr. 8. geh. Preis 3 *M.*

Das Insekt.

Naturwissenschaftliche Beobachtungen und Reflexionen über das Wesen und Treiben der Insektenwelt.

Von **J. Michelet.**

Mit einem Vorwort von Professor **J. H. Blasius.**

8. geh. Preis 4 *M.* 50 *Pf.*

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die thierischen Gesellschaften.

Eine vergleichend-psychologische Untersuchung von

Alfred Espinas,

Docteur ès Lettres.

Nach der vielfach erweiterten zweiten Auflage unter Mitwirkung des Verfassers deutsch herausgegeben von

W. Schloesser.

Autorisirte Ausgabe. gr. 8. geh. Preis 10 *M.*

Lehrbuch der Zoologie

für Landwirthschaftsschulen und Anstalten verwandten Charakters, sowie auch für den Gebrauch des praktischen Landwirthes von

Dr. phil. **H. Emil Fleischer,**

Oberlehrer am Königlichen Realgymnasium und der mit diesem verbundenen Landwirthschaftsschule zu Döbeln.

Mit 435 Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 7 *M.*

Anthropologische Vorträge

von **J. Henle.**

gr. 8. geh.

Erstes Heft. Preis 2 *M.* 40 *Pf.* — Zweites Heft. Mit Holzstichen. Preis 2 *M.* 40 *Pf.*

Inhalt: Ueber die Grazie. — Glauben und Materialismus. — Naturgeschichte des Seufzers. — Physiologie des Affects. — Geschmack und Gewissen. — Von den Temperamenten. — Ueber den Geschmackssinn. — Vom Willen. — Teleologie und Darwinismus. — Ueber Physiognomik. — Der medicinische und der religiöse Dualismus.

Ueber unsere Kenntniss

von den Ursachen der Erscheinungen

in der organischen Natur.

Sechs Vorlesungen für Laien, gehalten in dem Museum für praktische Geologie von

Professor Huxley, F. R. S.

Uebersetzt von **Carl Vogt.**

Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 2 *M.*

H. Thomas Huxley's

in Amerika gehaltene

wissenschaftliche Vorträge,

nebst einer Vorlesung über das Studium der Biologie.

Autorisirte deutsche Ausgabe von

Dr. J. W. Spengel.

Zweite unveränderte Auflage. Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 3 *M.*

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Zeugnisse
für die
Stellung des Menschen in der Natur.

Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeschichte der menschenähnlichen Affen. — Ueber die Beziehungen des Menschen zu den nächstniederen Thieren. — Ueber einige fossile menschliche Ueberreste.

Von **Thomas Henry Huxley.**

Aus dem Englischen übersetzt von **J. Victor Carus.**

Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 3 *Mk.*

Untersuchung
über die
Entwicklung und den Körperbau der Krokodile.

Von **Dr. H. Rathke.**

Herausgegeben von **Wilhelm von Wittich.**

Mit 10 lithographirten Tafeln in Farbendruck. 4. geh. Preis 12 *Mk.*

Beiträge
zur Anthropologie und Psychologie,
mit Anwendungen auf das Leben der Gesellschaft.

Von **Eduard Reich,**

Doctor der Medicin,
legalem Director und Vicepräsidenten der K. L.-C. Akademie,
auswärtigem Mitgliede der Französischen Gesellschaft der Hygieine zu Paris,
correspondirendem Mitgliede der Gesellschaft für öffentliche Medicin zu Paris,
der medicinisch-aetiologischen Gesellschaft zu Berlin, etc.

Zweite vermehrte Ausgabe. gr. 8. geh. Preis 6 *Mk.*

Die Pflanzenwelt
vor dem Erscheinen des Menschen vom
Grafen G. von Saporta,
correspondirendem Mitgliede der Akademie der Wissenschaften zu Paris.

Uebersetzt von **Carl Vogt.**

Mit 118 Holzstichen, 13 Tafeln, wovon 5 in Farbendruck. 8. geh. Preis 13 *Mk.*

Herpetologia Europaea.

Eine systematische Bearbeitung der Amphibien und Reptilien, welche bisher in Europa aufgefunden sind.

1347

Von **Dr. E. Schreiber,**

Director an der Oberrealschule zu Görz.

Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 18 *Mk.*